

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI



FACOLTÀ DI SCIENZE MM.FF.NN.
Corso di Laurea Magistrale in Informatica

CASO DI STUDIO PER L'ESAME DI
METODI SPERIMENTALI PER LA PRODUZIONE DEL
SOFTWARE

CASALINO GABRIELLA

(matricola n°552365)

Gruppo 27

Anno accademico 2008/2009

INDICE:

DEFINIZIONE DI UNA COREOGRAFIA PER UN PROCESSO DI TESTING	10
EVOLUZIONE DI UNA COREOGRAFIA PER UN PROCESSO DI TEST (STEP 1)	12
ATTORI	12
MANUFATTI	12
WORK FLOW SYSTEM	14
EVOLUZIONE DI UNA COREOGRAFIA PER UN PROCESSO DI TEST (STEP 2)	17
ATTORI	17
MANUFATTI	19
WORK FLOW SYSTEM	20
EVOLUZIONE DI UNA COREOGRAFIA PER UN PROCESSO DI TEST (STEP 3)	24
ATTORI	24
MANUFATTI	25
WORK FLOW SYSTEM	28
EVOLUZIONE DI UNA COREOGRAFIA PER UN PROCESSO DI TEST (STEP 4)	33
ATTORI	33
MANUFATTI	34
WORK FLOW SYSTEM	38
PROGETTAZIONE DI UN GQM PER VALUTARE UN PROCESSO DI TEST	46
PARADIGMA GQM	46
RAPPRESENTAZIONE DEI GOALS:	49
RAPPRESENTAZIONE DELLE QUESTION:	50
ASSOCIAZIONI QUESITI-METRICHE:	55
FOGLI METRICI:	61
PIANO DI MISURAZIONE:	69
MODELLO DI CALCOLO	87
MODELLO D'INTERPRETAZIONE	100
EVOLUZIONE DI UNA COREOGRAFIA PER UN PROCESSO DI TEST (STEP 5)	113
ATTORI	113
MANUFATTI	114
WORK FLOW SYSTEM	119

SIMULAZIONE DEL PIANO DI MISURAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI VALORI RILEVATI	128
ESPERIMENTO	128
PROCESSO DI ESECUZIONE DI UN'INDAGINE EMPIRICA.....	129
DEFINIZIONE	129
PIANIFICAZIONE.....	138
ESECUZIONE DELL'ESPERIMENTO	144
ANALISI STATISTICA DEI DATI RILEVATI PER VALIDARE LA RELAZIONE CAUSA-EFFETTO TRA IL TRATTAMENTO ED IL MIGLIORAMENTO DELLE MISURE.....	159
ESPERIMENTO 1	159
ESPERIMENTO 2	163
ESPERIMENTO 3	166
ESPERIMENTO 4	169
ESPERIMENTO 5	171
ESPERIMENTO 6	175
ESPERIMENTO 7	177
ESPERIMENTO 8	180
APPENDICE	184
TECNICA DEL PAIR PROGRAMMING	184
TOOL	185
ORE UOMO:	190

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 PMF del processo di Test.....	11
Figura 2 rappresentazione grafica stereotipo workproduct per i manufatti.....	13
Figura 3 rappresentazione grafica stereotipo document per i manufatti.....	13
Figura 4 rappresentazione grafica stereotipo umlModel per i manufatti.....	13
Figura 5 rappresentazione grafica attività semplice.....	15
Figura 6 work flow diagram test e debugging step 1.....	16
Figura 7 rappresentazione grafica stereotipo processPerformer per gli attori.....	17
Figura 8 rappresentazione grafica stereotipo ProcessRole per gli attori.....	17
Figura 9 rappresentazione grafica decomposizione dell'attore team di sviluppo step 2.....	18
Figura 10 rappresentazione grafica work flow system.....	20
Figura 11 workFlow diagram test e debugging step 2.....	20
Figura 12 rappresentazione grafica decomposizione attività test e debugging.....	22
Figura 13 rappresentazione grafica decomposizione attore team di sviluppo step 3.....	25
Figura 14 decomposizione manufatto composto piano dei casi di test.....	26
Figura 15 work flow diagram test e debugging step 3.....	28
Figura 16 rappresentazione grafica decomposizione attività test e debugging.....	29
Figura 17 rappresentazione grafica attività piano dei casi di test.....	31
Figura 18 rappresentazione grafica decomposizione attore team di sviluppo step 4.....	34
Figura 19 rappresentazione grafica workflowdiagram attività test e debugging.....	38
Figura 20 rappresentazione grafica decompostizione attivìa test e debugging.....	39
Figura 21 decomposizione grafica attività piano dei casi di test.....	40
Figura 22 rappresentazione grafica scenario procedurale dell'attività pianificazione test d'unità.....	43
Figura 23 Ciclo di vita di un GQM.....	46
Figura 24 livelli di astrazione del GQM.....	47
Figura 25 diagramma di decomposizione dell'attore sviluppatore.....	113
Figura 26 decomposizione manufatto piano dei casi di test.....	115
Figura 27 decomposizione manufatto piano dei casi di test di unità.....	116
Figura 28 decomposizione manufatto report dei casi di test.....	117
Figura 29 work flow diagram dell'attività test e debugging.....	119
Figura 30 work flow diagram decomposizione attività test e debugging.....	120

Figura 31 workflowdiagram dell'attività pianificazione dei casi di test.....	121
Figura 32 scenario procedurale attività pianificazione test di unità.....	123
Figura 33 workflowdiagram esecuzione casi di test	126
Figura 34 rappresentazione grafica di un esperimento.....	128
Figura 35 ciclo di vita di un'indagine empirica	129
Figura 36 rappresentazione grafica dei sistemi utilizzati per gli esperimenti.....	136
Figura 37 rappresentazione grafica sistema utilizzato negli esperimenti.....	137
Figura 38 schema di supporto alla selezione dei test per le ipotesi da utilizzare.....	139
Figura 39 box-plot	140
Figura 40 confronto box plot effort assoluto per la pianificazione dei test di unità nei tre campioni.....	161
Figura 41 box-plot effort assoluto terzo campione.....	163
Figura 42 p-level.....	165
Figura 43 confronto box plot numero standardizzato di piani di casi di test di unità nei due campioni.....	165
Figura 44 Quality improvement paradigm	166
Figura 45 confronto box-plot effort assoluto per la pianificazione dei test d'integrazione nei tre campioni.....	168
Figura 46 confronto box plot numero standardizzato di piani di casi di test d'integrazione nei due campioni	171
Figura 47 confronto box plot effort assoluto per l'esecuzione dei test di unità nei tre campioni.....	173
Figura 48 percentuale casi di test di unità positivi eseguiti.....	175
Figura 49 confronto box-plot percentuale casi di test di unità positivi nei due campioni	176
Figura 50 confronto box-plot effort assoluto nei due campioni con e senza trattamento aumento grandezza degli stub.....	177
Figura 51 confronto box-plot effort assoluto per l'esecuzione dei test d'integrazione nei tre campioni	179
Figura 52 percentuale casi di test d'integrazione positivi	181
Figura 53 confronto box-plot percentuale casi di test d'integrazione positivi nei due campioni.....	182
Figura 54 confronto box-plot effort assoluto nei due campioni con e senza trattamento	183

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 rappresentazione grafica manufatto composto piano dei casi di test	36
Tabella 2 rappresentazione grafica manufatto composto piano dei casi di test di unità .	37
Tabella 3 descrizione degli step dell'attività pianificazione test d'unità	42
Tabella 4 template di definizione dei goal	48
Tabella 5 definizione del goal 1	49
Tabella 6 definizione goal 2	49
Tabella 7 definizione goal 3	49
Tabella 8 definizione goal 4	50
Tabella 9 question relative al goal 1	51
Tabella 10 question relative al goal 2	52
Tabella 11 question relative al goal 3	54
Tabella 12 question relative al goal 4	55
Tabella 13 metriche relative alle question del goal 1	56
Tabella 14 metriche relative alle question del goal 2	58
Tabella 15 metriche relative alle question del goal 3	59
Tabella 16 metriche relative alle question del goal 4	60
Tabella 17 template di definizione di un foglio metrico	61
Tabella 18 foglio metrico relativo al goal 1	63
Tabella 19 foglio metrico relativo al goal 2	65
Tabella 20 foglio metrico relativo al goal 3	67
Tabella 21 foglio metrico relativo al goal 4	68
Tabella 22 template di definizione della metrica	69
Tabella 23 definizione metrica M1.1.1 TecnTestU	70
Tabella 24 definizione metrica M1.2.1 ToolsUtilU	70
Tabella 25 definizione metrica M1.3.1 ExpTest	71
Tabella 26 definizione metrica M1.4.1 ConTecUtilU	71
Tabella 27 definizione metrica M1.5.1 ConToolUtilU	72
Tabella 28 definizione metrica M1.6.1 ConDomAppl	73
Tabella 29 definizione metrica M1.7.1TPianCTU	73
Tabella 30 definizione metrica M1.7.2NumCTU	73
Tabella 31 definizione metrica M1.8.1TPianCTI	74

Tabella 32 definizione metrica M1.9.1 NumClas.....	74
Tabella 33 definizione metrica M1.10.1 QuaCTUA.....	75
Tabella 34 definizione metrica M1.11.1 StPianCTUA.....	75
Tabella 35 definizione metrica M1.12.1 %TPianCTUlett	75
Tabella 36 definizione metrica M2.1.1 TecnTestI.....	76
Tabella 37 definizione metrica M2.2.1 ToolsUtilI.....	76
Tabella 38 definizione metrica M2.3.1 ConTecUtilI	76
Tabella 39 descrizione metrica M2.4.1 ConToolUtilI	77
Tabella 40 definizione metrica M2.4.1 ConToolUtilI	77
Tabella 41 definizione metrica M2.8.1 QuaCTIA.....	78
Tabella 42 definizione metrica M2.9.1 StPianCTIA.....	78
Tabella 43 definizione metrica M2.10.1 %TPianCTIlett.....	79
Tabella 44 definizione metrica M3.1.1 ToolsEsecTestU	79
Tabella 45 definizione metrica M3.2.1 ConToolsUtilEsecTU	80
Tabella 46 definizione metrica M3.3.1 LOCStubFitzU	80
Tabella 47 descrizione metrica M3.3.2 NClasStubFitzU	80
Tabella 48 descrizione metrica M3.4.1 TEsecCTU.....	81
Tabella 49 descrizione metrica M3.4.2 NumCTUEsec	81
Tabella 50 descrizione metrica M3.5.1 TEsecCTI	81
Tabella 51 descrizione metrica M3.6.1 NumCTUPos	82
Tabella 52 descrizione metrica M3.7.1 %CTUPosA.....	82
Tabella 53 descrizione metrica M3.8.1 StTEsecCTUA.....	82
Tabella 54 descrizione metrica M3.9.1 %TEsecCTUlett.....	83
Tabella 55 descrizione metrica M4.1.1 ToolsEsecTestI	83
Tabella 56 descrizione metrica M4.2.1 ConToolsUtilEsecTI.....	84
Tabella 57 descrizione metrica M4.3.1 LOCStubFitzI	84
Tabella 58 descrizione metrica M4.3.2 NClasStubFitzI	84
Tabella 59 descrizione metrica M4.4.2 NumCTIEsec.....	85
Tabella 60 descrizione metrica M4.6.1 NumCTIPos.....	85
Tabella 61 descrizione metrica M4.7.1 %CTIPosA.....	85
Tabella 62 descrizione metrica M4.8.1 StTEsecCTIA.....	86
Tabella 63 descrizione metrica M4.9.1 %TEsecCTIlett.....	86

Tabella 64 descrizione metrica M1.3.2 %DistrExpTest	87
Tabella 65 descrizione metrica M1.3.3 %PersExpTest	88
Tabella 66 descrizione metrica M1.4.2 %DistrConTecUtilU	88
Tabella 67 descrizione metrica M1.4.3 %PersExpTecUtilU	89
Tabella 68 descrizione metrica M1.5.2 %DistrConToolsUtilU	89
Tabella 69 descrizione metrica M1.5.3 %PersExpToolsUtilU	90
Tabella 70 descrizione metrica M1.6.2 %DistrConDomAppl	90
Tabella 71 descrizione metrica M1.6.3 %PersExpDomAppl	90
Tabella 72 descrizione metrica M1.7.3 StTPianCTU	91
Tabella 73 descrizione metrica M1.8.2 TPianCT	91
Tabella 74 descrizione metrica M1.8.3 %TPianCTU	91
Tabella 75 descrizione metrica M1.9.2 StNumCTU	92
Tabella 76 descrizione metrica M2.3.2 %DistrConTecUtilI	92
Tabella 77 descrizione metrica M2.3.3 %PersExpTecUtilI	93
Tabella 78 descrizione metrica M2.4.2 %DistrConToolsUtilI	93
Tabella 79 descrizione metrica M2.4.3 %PersExpToolsUtilU	94
Tabella 80 descrizione metrica M2.5.2 StTPianCTI	94
Tabella 81 descrizione metrica M2.6.1 %TPianCTI	94
Tabella 82 descrizione metrica M2.7.1 StNumCTI	95
Tabella 83 descrizione metrica M3.2.2 %DistrConToolsUtilEsecTU	95
Tabella 84 descrizione metrica M3.2.3 %PersExpToolsUtilEsecTU	96
Tabella 85 descrizione metrica M3.3.3 StLOCStubFitzU	96
Tabella 86 descrizione metrica M3.4.3 StTEsecCTU	96
Tabella 87 descrizione metrica M3.5.2 TEsecCT	97
Tabella 88 descrizione metrica M3.5.3 %TEsecCTU	97
Tabella 89 descrizione metrica M3.5.3 %CTUPos	97
Tabella 90 descrizione metrica M4.3.3 StLOCStubFitzI	97
Tabella 91 descrizione metrica M4.3.3 StTEsecCTI	98
Tabella 92 descrizione metrica M4.5.1 %TEsecCTI	98
Tabella 93 descrizione metrica M4.6.2 %CTIPos	99
Tabella 94 suddivisione dello spazio campionario in regioni di accettazione e di rifiuto	131
Tabella 95 definizione variabili esperimento 1	134

Tabella 96 definizione variabili esperimento 2	134
Tabella 97 definizione variabili esperimento 3	134
Tabella 98 definizione variabili esperimento 4	134
Tabella 99 definizione variabili esperimento 5	135
Tabella 100 definizione variabili esperimento 6	135
Tabella 101 definizione variabili esperimento 7	135
Tabella 102 definizione variabili esperimento 8	135
Tabella 103 campioni di osservazioni dell'esperimento 1	146
Tabella 104 campioni di osservazioni dell'esperimento 2	148
Tabella 105 campioni di osservazioni dell'esperimento 3	149
Tabella 106 campioni di osservazioni dell'esperimento 4	151
Tabella 107 campioni di osservazioni dell'esperimento 5	153
Tabella 108 campioni di osservazioni dell'esperimento 6	154
Tabella 109 campioni di osservazioni dell'esperimento 7	155
Tabella 110 campioni di osservazioni dell'esperimento 7	157
Tabella 111 campioni di osservazioni dell'esperimento 8	158
Tabella 112 effort assoluto per la pianificazione dei test di unità.....	160
Tabella 113 numero standardizzato di casi di test di unità pianificati.....	164
Tabella 114 effort assoluto per la pianificazione dei test d'integrazione.....	167
Tabella 115 numero standardizzato di piani di test d'integrazione.....	170
Tabella 116 effort assoluto per l'esecuzione dei test di unità	172
Tabella 117 effort assoluto per l'esecuzione dei test d'integrazione	178

Definizione di una coreografia per un processo di Testing

Nel seguente documento verrà definito il processo di test e debugging con quattro diversi livelli di granularità.

Definire un processo significa descrivere, in maniera comprensibile, corretta, completa e non ambigua, le sue

numerose caratteristiche e variabili di processo:

- Attività da eseguire per raggiungere gli obiettivi del processo [Obbligatorio]
- Ruoli che le persone rivestono nell'esecuzione del processo [Dettaglio Variante]
- Competenze possedute da coloro che sono coinvolti nell'esecuzione del processo [Dettaglio Variante]
- Contesto, caratteristiche dell'ambiente e dell'organizzazione esecutrice [Dettaglio Variante];
- Struttura e natura dei manufatti [Dettaglio Variante]
- Tools che devono essere utilizzati [Dettaglio Variante]
- Scenario procedurale per la specifica dei passi elementari da eseguire. [Dettaglio Variante]

Ciascuna di queste componenti può essere descritta con differenti livelli di specificità, lasciando gradi di libertà nella definizione ed esecuzione del processo. Un'attività non ha bisogno di essere ulteriormente dettagliata se il livello di granularità è sufficiente per rilevare le misure che si ritengono interessanti al fine di valutare la qualità del processo. La granularità della descrizione dipende dal livello di dettaglio necessario alla valutazione dei fattori di qualità richiesti.

La modellazione di un processo consiste nella rappresentazione chiara e non ambigua di tutte le componenti del processo e delle loro proprietà previste dal linguaggio di modellazione.

Si è utilizzato il linguaggio di modellazione FSP-SPEM che permette una migliore leggibilità e descrivibilità del processo utilizzando rappresentazioni grafiche e formalismi distinti per le molteplici prospettive del processo da descrivere.

Per la definizione della coreografia si è fatto riferimento agli input da utilizzare, output da produrre, vincoli e specifiche da rispettare indicati nella traccia fornita a lezione, ma anche al seguente grafico che descrive il processo di test.

Note ai lettori:

Poiché la parte di testo importata mediante il tool Enterprise Architect è di molto inferiore a quella di commento, si è preferito lasciare la parte di commento in uno stile normale, e segnalare la parte importata con un colore grigio che ne permette di distinguerla facilmente.

⇒ PMF del processo di test

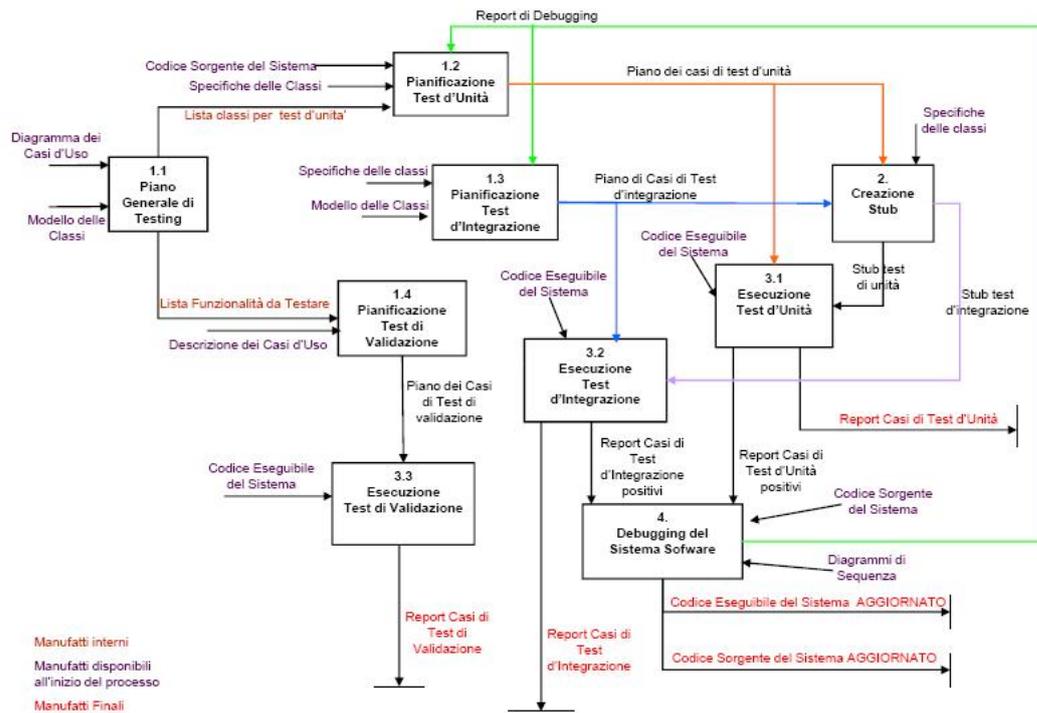


Figura 1 PMF del processo di Test

Evoluzione di una coreografia per un processo di Test (STEP 1)

INPUT

Modello delle classi, Specifiche delle classi, Diagramma dei casi d'uso, Descrizione dei casi d'uso, Diagrammi di sequenza, Codice Sorgente, Codice Esequibile

OUTPUT

Piano dei casi di test, Report dei casi di test, Report di debugging, Codice corretto

VINCOLI E SPECIFICHE

- *Tipologia di attore coinvolto: Sviluppatore*

In questo step la descrizione del processo è molto limitata, le componenti coinvolte, cioè, sono descritte con un basso livello di dettaglio e è lasciato a chi esegue l'attività un elevato grado di libertà.

Sono specificati, infatti, solo i flussi di manufatti in input e output per l'attività test e debugging, e l'attore che si occupa di tale attività.

Nella descrizione dei processi, generalmente sono stati specificati prima gli attori coinvolti, poi i manufatti che intervengono ed infine le attività, per questo motivo verranno esposti nel seguente ordine.

Attori

FSP-SPEM permette di definire nel process-component Attori le persone che interagiscono col processo e responsabili dell'esecuzione delle fasi e delle attività che compongono il modello di processo.

Poiché il livello di granularità della definizione del processo è molto bassa, è stato definito un solo attore "Sviluppatore" che si occupa dell'attività.

Lo stereotipo associato a questo attore è "ProcessRole" perché non è ulteriormente specificato.

Sviluppatore

public «ProcessRole» Actor:

Manufatti

Il process component Manufatti contiene l'insieme dei manufatti che fanno parte del modello di processo.

In questo primo step il livello di granularità è basso e i manufatti utilizzati sono tutti manufatti semplici.

I manufatti utilizzati sono stati classificati i manufatti in base allo stereotipo associato in:

WorkProduct:

- Codice_corretto
- Codice_sorgente

Lo stereotipo utilizzato si osserva immediatamente in maniera visiva, grazie alla diversa icona con cui è rappresentato in Enterprise Architect. Di seguito l'icona dei manufatti di tipo WorkProduct

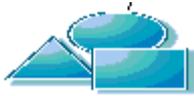


Figura 2 rappresentazione grafica stereotipo workproduct per i manufatti

Document:

- Descrizione_dei_casi_d'uso
- Piano_dei_casi_di_test
- Report_dei_casi_di_Test
- Report_di_debugging
- Specifiche_delle_classi

L'icona utilizzata per i manufatti di tipo Document è la seguente:



Figura 3 rappresentazione grafica stereotipo document per i manufatti

UmlModel:

- Diagramma_dei_casi_d'uso
- Diagramma_di_sequenza
- Modello_delle_classi

L'icona utilizzata per i manufatti di tipo UmlModel è la seguente:



Figura 4 rappresentazione grafica stereotipo umlModel per i manufatti

Manufatti::Codice_corretto

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software, privo degli errori rilevati nel processo di testing.

Manufatti::Codice_Sorgente

public «WorkProduct» Class: : L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software.

Manufatti::Descrizione_dei_casi_d'uso

public «Document» Class: : Contiene la descrizione in linguaggio naturale di ciascun caso d'uso.

Manufatti::Diagramma_dei_casi_d'uso

public «UMLModel» Class: Contiene il diagramma dei casi d'uso del sistema software, conforme allo standard UML.

Manufatti::Diagrammi_di_sequenza

public «UMLModel» Class: Insieme dei diagrammi di sequenza, conformi allo standard UML, che, per ogni caso d'uso, descrivono l'interazione nel tempo tra le classi del sistema.

Manufatti::Modello_delle_classi

public «UMLModel» Class: : Rappresentazione grafica, conforme alla notazione UML, del modello delle classi che compongono il sistema.

Manufatti::Piano_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test (di unità e di integrazione) da eseguire sul sistema software.

Manufatti::Report_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test.

Manufatti::Report_di_debugging

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione del debugging.

Manufatti::Specifiche_delle_classi

public «Document» Class: Conformemente al paradigma Object Oriented, tale manufatto contiene la descrizione testuale delle interfacce di ciascuna delle classi che compongono il sistema software

Work Flow System

L'aspetto dinamico del processo è rappresentato nel ProcessPackage "Work Flow System".

Al suo interno si è definito il Work Flow Diagram "test e debugging" in cui è stata messa in relazione l'attività semplice "test e debugging" con le istanze (oggetti) dei propri manufatti mediante link di tipo "ObjectFlow".

I manufatti in input si distinguono immediatamente da quelli in output al processo, oltre che per la loro collocazione nello spazio: sono posti a sinistra dell'attività, al contrario dei quelli di output che sono posti a destra, si distinguono principalmente per il verso della punta della freccia i manufatti in input hanno una freccia uscente che "entra" nell'attività, mentre i manufatti in output hanno una freccia entrante proveniente dall'attività.

Come già detto in questo step si lasciano molti gradi di libertà, il processo infatti è descritto ad un livello altissimo di astrazione, per questo motivo l'attività coinvolta "test e debugging" è rappresentata mediante lo stereotipo activity che indica un'attività semplice, graficamente è rappresentata con una freccia singola.



Figura 5 rappresentazione grafica attività semplice

Poiché nei prossimi step le attività coinvolte aumenteranno di numero e di specificità, si è preferito affiancare il nome dell'activity con un numero progressivo che ne facilita la leggibilità.

Dopo aver definito gli attori e le attività coinvolte nell'esecuzione del processo, è necessario associare l'attività ad un attore.

Enterprise Architect permette di fare ciò utilizzando le Swimlane: linee orizzontali o verticali che permettono di dividere l'area del workflowdiagram in sezioni, ciascuna affidata alla supervisione di un unico attore. Poiché non è specificato diversamente, l'attore generico "sviluppatore" sarà responsabile dell'intera macro-attività di test e debugging.

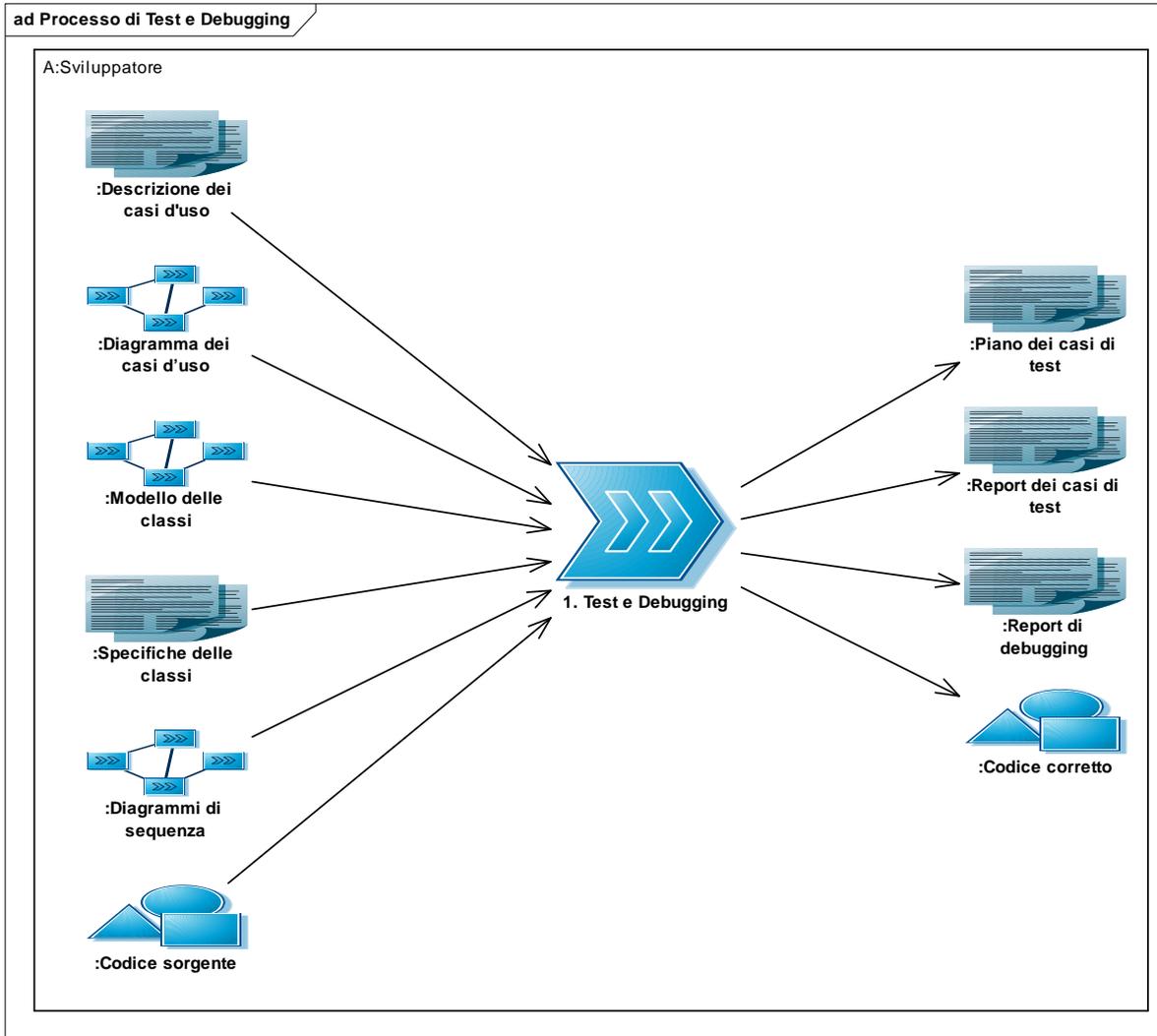


Figura 6 work flow diagram test e debugging step 1

1. Test e Debugging

public «Activity» Activity:

Evoluzione di una coreografia per un processo di Test (STEP 2)

INPUT

Modello delle classi, Specifiche delle classi, Diagramma dei casi d'uso, Descrizione dei casi d'uso, Diagrammi di sequenza, Codice Sorgente, Codice Eseguitibile

OUTPUT

Piano dei casi di test, Report dei casi di test, Report di debugging, Codice corretto

VINCOLI E SPECIFICHE

- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per la pianificazione dei casi di test realizza il piano dei casi di test*
- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per l'esecuzione esegue i casi di test e compila i report di esecuzione dei casi di test*
- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per il debugging effettua il debugging*

In questo step sono aumentati i dettagli che definiscono il processo è necessario quindi aumentare il grado di granularità con cui lo si descrive.

Attori

Poiché nei vincoli si fa riferimento a tre diversi tipi di competenze, è necessario dettagliare l'attore Sviluppatore definito nello step 1 in tre attori (processRole) distinti con diverse competenze:

- sviluppatore pianificatore
- Sviluppatore esecutore
- Sviluppatore debugger.

Dopo aver creato i tre attori, è possibile associare a ciascuno l'attributo che ne descrive le competenze.

Enterprise Architect permette di associare a ciascun oggetto una serie di Tagged Values cioè una serie di attributi che lo caratterizzano.

Si è creato un nuovo tagged values "Competenze" di tipo String a cui per ciascun attore è stato associato il relativo valore.

L'attore iniziale Sviluppatore, così decomposto, è stato rinominato "team di sviluppo" per motivi di leggibilità, ed è necessario modificarne lo stereotipo da processRole in processPerformer. Enterprise Architect fornisce le icone per i due diversi tipi di stereotipo che permettono di riconoscere immediatamente il tipo dell'attore:

ProcessPerformer

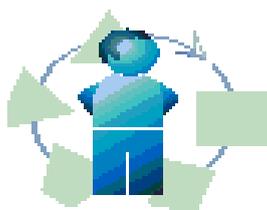


Figura 7 rappresentazione grafica stereotipo processPerformer per gli attori

ProcessRole



Figura 8 rappresentazione grafica stereotipo ProcessRole per gli attori

Sviluppatore_debugger

public «ProcessRole» Actor

Tagged Values :

Competenze = Tecniche e tool per il debugging

Sviluppatore_esecutore

public «ProcessRole» Actor

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per l'esecuzione dei casi dei test.

Sviluppatore_pianificatore

public «ProcessRole» Actor

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per la pianificazione dei casi dei test.

Team_di_sviluppo

public «ProcessPerformer» Actor:

Di seguito il diagramma che rappresenta graficamente la decomposizione dell'attore team di sviluppo.

Sono stati trascinati gli attori nel diagramma (as a simple link) in posizione gerarchica e si sono collegati i figli dell'albero al padre mediante link "compose"(col rombo orientato verso il padre).

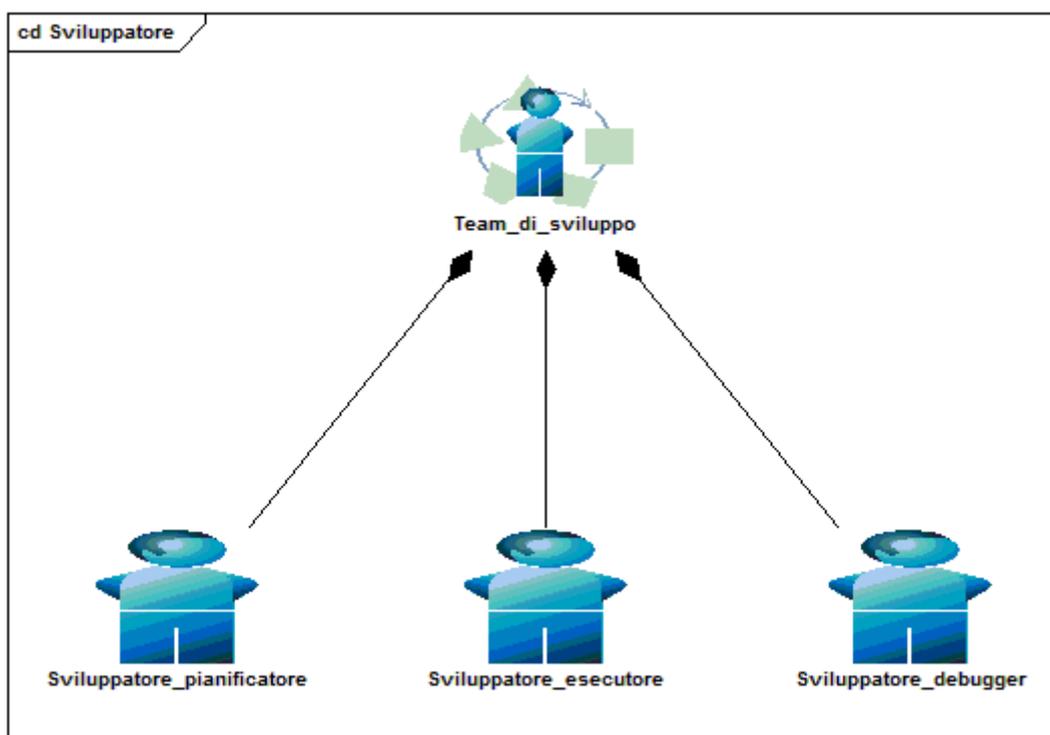


Figura 9 rappresentazione grafica decomposizione dell'attore team di sviluppo step 2

Manufatti

Manufatti::Codice_corretto

public «WorkProduct» Class: : L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software, privo degli errori rilevati nel processo di testing.

Manufatti::Codice_Sorgente

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software.

Manufatti::Descrizione_dei_casi_d'uso

public «Document» Class: Contiene la descrizione in linguaggio naturale di ciascun caso d'uso.

Manufatti::Diagramma_dei_casi_d'uso

public «UMLModel» Class: Contiene il diagramma dei casi d'uso del sistema software, conforme allo standard UML.

Manufatti::Diagrammi_di_sequenza

public «UMLModel» Class: : Insieme dei diagrammi di sequenza, conformi allo standard UML, che, per ogni caso d'uso, descrivono l'interazione nel tempo tra le classi del sistema.

Manufatti::Modello_delle_classi

public «UMLModel» Class: Rappresentazione grafica, conforme alla notazione UML, del modello delle classi che compongono il sistema.

Manufatti::Piano_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test (di unità e di integrazione) da eseguire sul sistema software.

Manufatti::Report_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test.

Manufatti::Report_di_debugging

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione del debugging.

Manufatti::Specifiche_delle_classi

public «Document» Class: : Conformemente al paradigma Object Oriented, tale manufatto contiene la descrizione testuale delle interfacce di ciascuna delle classi che compongono il sistema software.

Work Flow System

Poichè nei vincoli e specifiche dello step 2 l'attività test e debugging viene dettagliata è necessario modificare lo stereotipo da semplice "Activity" a "WorkDefinition"

Enterprise Architect fornisce un'icona per rappresentare questo stereotipo:

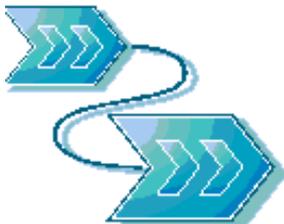


Figura 10 rappresentazione grafica work flow system

In FSP-SPEM lo stereotipo Work definition è utilizzato per rappresentare le "fasi" cioè operazioni svolte all'interno del processo che sono ulteriormente decomponibili; una fase si compone di più attività elementari, ma può anche essere formata ricorsivamente da altre fasi.

Si passa così da un livello di astrazione generale al successivo più dettagliato.

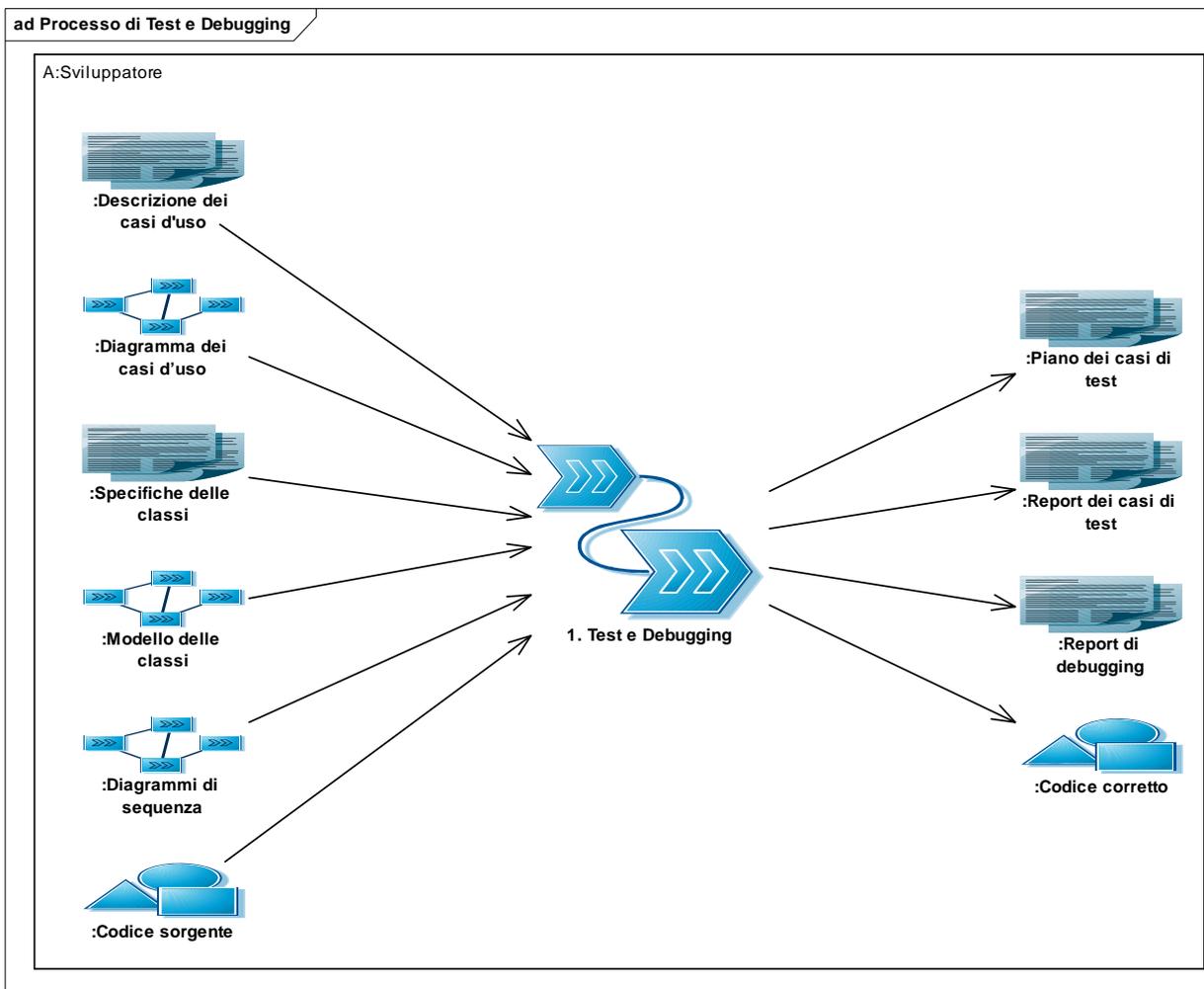


Figura 11 workFlow diagram test e debugging step 2

1. Test e Debugging

public «WorkDefinition» Activity:

In linea con quanto specificato nella traccia sono state definite tre nuove “activity” semplici:

- piano dei casi di Test
- esecuzione dei casi di Test
- debugging

Nella definizione delle attività è stato adottato anche un sistema di numerazione ad albero:

i.j.k... con $i,j,k = 1, 2, \dots$

che supporta la leggibilità, fornendo una duplice indicazione: da un lato aiuta nell’individuazione delle sotto-attività di ciascuna fase, dall’altro specifica l’ordine di esecuzione delle attività

E’ stato creato un WorkFlowDiagram in cui sono stati associati, per ogni attività, i manufatti in input e output (le istanze degli oggetti) linkati mediante un ObjectFlow.

Si è fatta attenzione a mantenere consistenza nei dati: tutti e soli i manufatti descritti nel livello più astratto sono stati utilizzati qui. Poiché le tre attività sono sequenziali si osserva che alcuni output di un’attività sono input della seguente attività è il caso di

- “Piano dei casi di Test” che è output per l’attività “piano dei casi di Test” e input per l’attività “esecuzione dei casi di test”
- “Report dei casi di Test” che è output per l’attività “esecuzione dei casi di test” e input per l’attività “debugging” .

Inoltre può capitare che uno stesso manufatto sia input di diverse attività, è il caso di

- “codice sorgente” che è in input sia per l’attività “esecuzione dei casi di test” che per l’attività “debugging”

Il WorkFlowDiagram così creato è associato alla fase “test e debugging”, in modo che con un semplice “Doppio click” sull’icona si accede dal livello alto di astrazione al successivo.

Ogni attività specificata è sotto la responsabilità di un singolo attore. Il diagramma delle attività deve essere suddiviso in fasce, le “swimlanes”, ciascuna delle quali rappresenta l’area di responsabilità di un attore del processo; all’interno di queste sezioni, vanno inserite le fasi e le attività che devono essere eseguite sotto la responsabilità dei relativi attori.

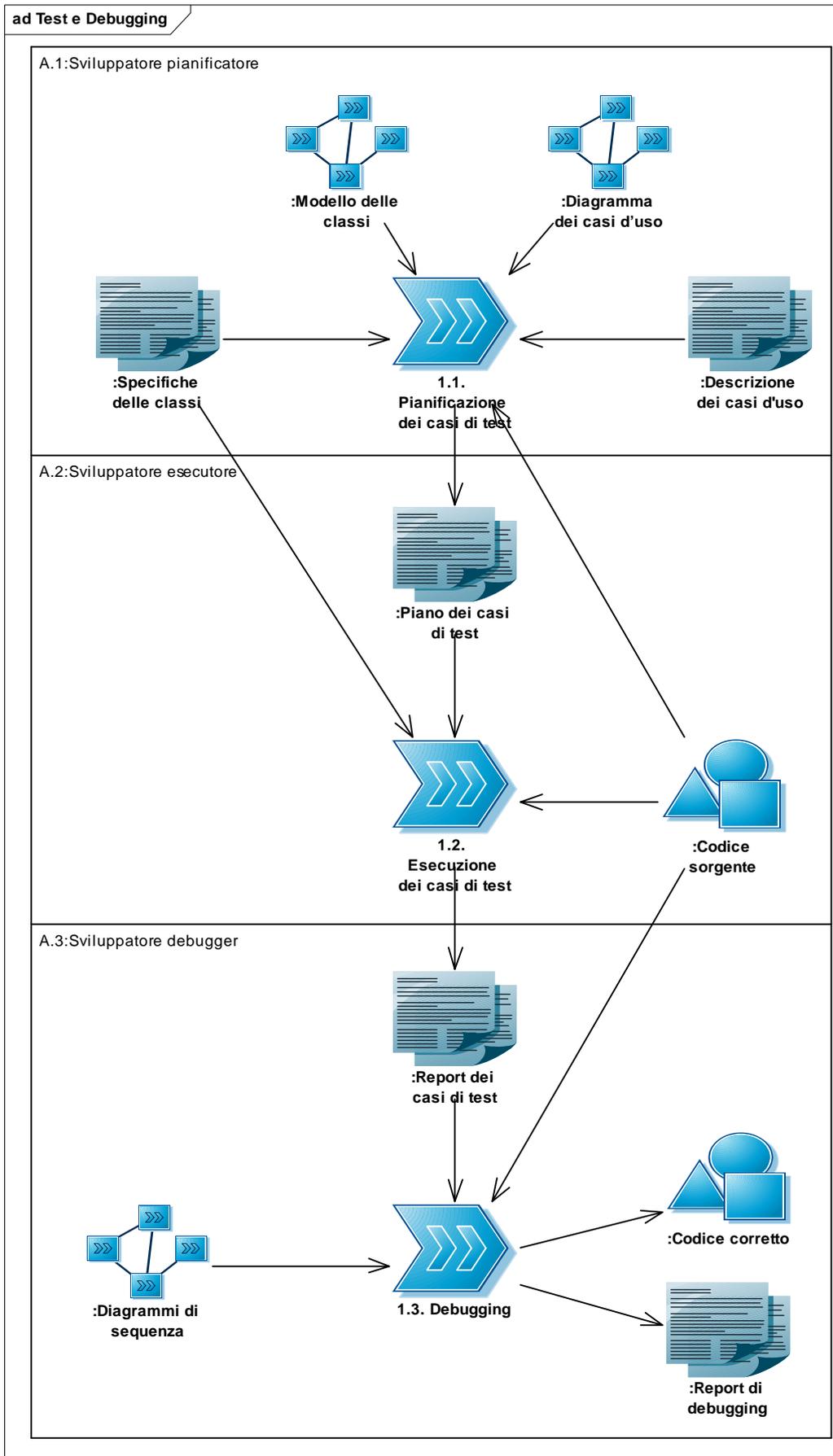


Figura 12 rappresentazione grafica decomposizione attività test e debugging

1.3 Debugging

public «Activity» Activity: A partire dal report di esecuzione dei casi di test, durante l'attività di debugging si modifica il codice sorgente per correggere gli errori riscontrati.

1.2 Esecuzione dei casi di test

public «Activity» Activity: Esecuzione dei piani di casi di test realizzati in fase di pianificazione.

1.1 Pianificazione dei casi di test

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei casi di test.

Evoluzione di una coreografia per un processo di Test (STEP 3)

INPUT

Modello delle classi, Specifiche delle classi, Diagramma dei casi d'uso, Descrizione dei casi d'uso, Diagrammi di sequenza, Codice Sorgente, Codice Eseguitabile

OUTPUT

Piano dei casi di test, Report dei casi di test, Report di debugging, Codice corretto

VINCOLI E SPECIFICHE

- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per la pianificazione dei casi di test realizza il piano dei casi di test*
- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per l'esecuzione esegue i casi di test e compila i report di esecuzione dei casi di test*
- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per il debugging effettua il debugging*
- *La tecnica della CROSS REFERENCE CLASS VS CLASS per la pianificazione del test di unità migliora l'efficienza e l'efficacia del processo di testing*
- *La pianificazione del test di integrazione deve essere terminata entro il 31-12-2008*

Attori

Sviluppatore_debugger

public «ProcessRole» Actor

Tagged Values :

Competenze = Tecniche e tool per il debugging

Sviluppatore_esecutore

public «ProcessRole» Actor

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per l'esecuzione dei casi dei test.

Sviluppatore_pianificatore

public «ProcessRole» Actor

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per la pianificazione dei casi dei test.

Team_di_sviluppo

public «ProcessPerformer» Actor

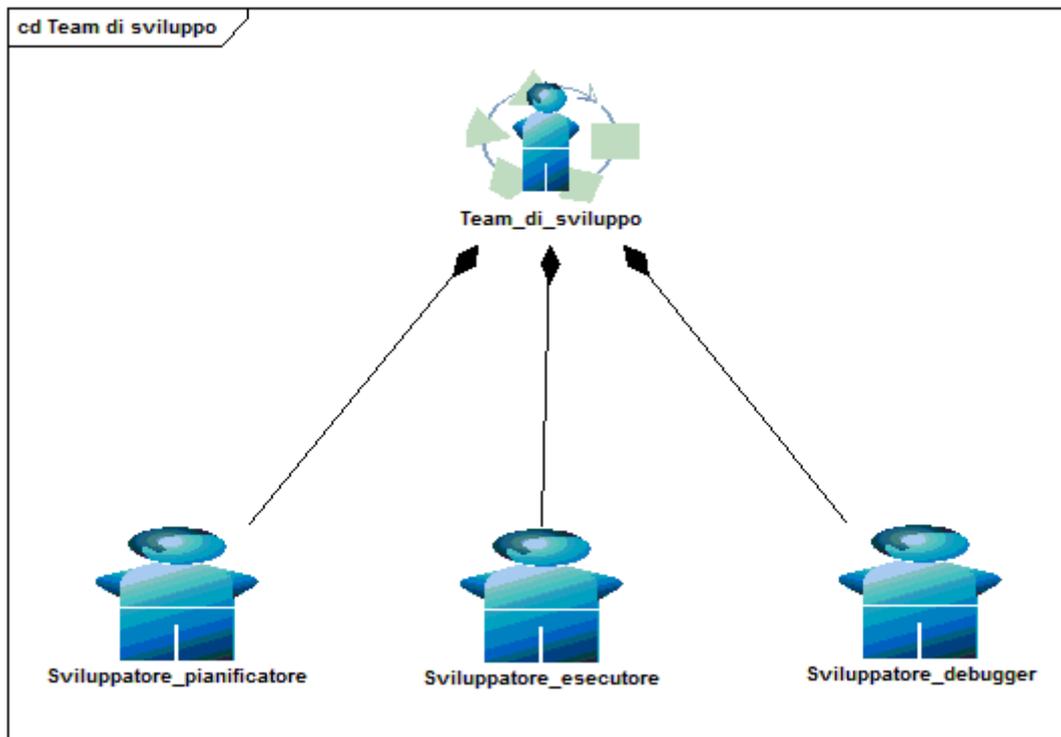


Figura 13 rappresentazione grafica decomposizione attore team di sviluppo step 3

Manufatti

Manufatti::Codice_corretto

public «WorkProduct» Class : L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software, privo degli errori rilevati nel processo di testing.

Manufatti::Codice_Sorgente

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software.

Manufatti::Descrizione_dei_casi_d'uso

public «Document» Class: Contiene la descrizione in linguaggio naturale di ciascun caso d'uso.

Manufatti::Diagramma_dei_casi_d'uso

public «UMLModel» Class: Insieme dei diagrammi di sequenza, conformi allo standard UML, che, per ogni caso d'uso, descrivono l'interazione nel tempo tra le classi del sistema.

Manufatti::Diagrammi_di_sequenza

public «UMLModel» Class: Insieme dei diagrammi di sequenza, conformi allo standard UML, che, per ogni caso d'uso, descrivono l'interazione nel tempo tra le classi del sistema.

Manufatti::Modello_delle_classi

public «UMLModel» Class: Rappresentazione grafica, conforme alla notazione UML, del modello delle classi che compongono il sistema.

Poiché nella specifica del processo sono fornite indicazioni circa le tecniche per la pianificazione dei test di unità e la data della consegna della pianificazione dei test d'integrazione è necessario specializzare il manufatto "pianificazione dei casi di test" in due sottomanufatti: "piano dei casi di test di unità" e "piano dei casi di test d'integrazione".

I manufatti etichettati formano una gerarchia descrivibile attraverso l'operatore strutturato concatenazione "+":

Piano dei casi di test = piano dei casi di test d'unità + piano dei casi di test d'integrazione

Questo simbolismo serve ad indicare il fatto che entrambi i manufatti "piano dei casi di Test d'unità" e "piano dei casi di Test d'integrazione" sono presenti nella descrizione del manufatto "piano dei casi di Test" e che il primo precede il secondo.

Manufatti::Piano_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test (di unità e di integrazione) da eseguire sul sistema software.

Piano_dei_casi_di_test_integrazione

+

Piano_dei_casi_di_test_unità

Di seguito il Work product dependency diagram che indica tutti i sotto-manufatti che compongono il manufatto pianificazione dei casi di test utilizzando una struttura ad albero.

Sono stati trascinati i manufatti nel diagramma (as a simple link) in posizione gerarchica e si sono collegati i figli dell'albero al padre mediante link "compose" (col rombo orientato verso il padre).

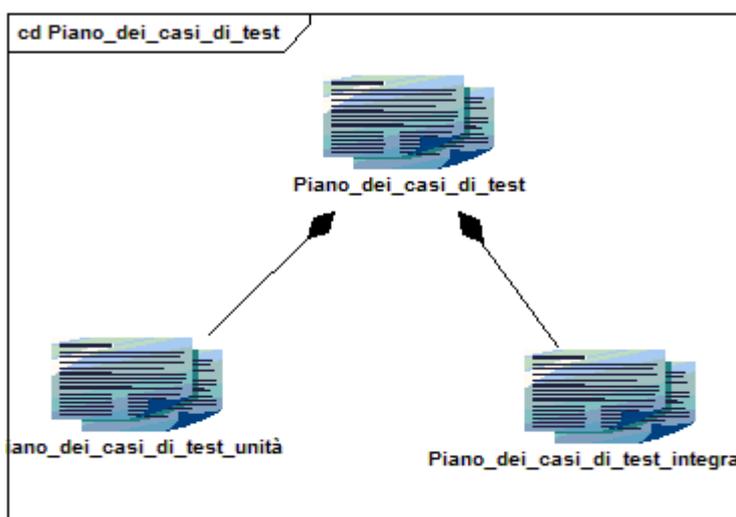


Figura 14 decomposizione manufatto composto piano dei casi di test

Piano_dei_casi_di_test_integrazione

public «Document» Class :Contiene la pianificazione dei casi di test di integrazione da eseguire sul sistema software.Fa parte del manufatto Piano dei casi di test.

Piano_dei_casi_di_test_unità

public «Document» Class :Contiene la pianificazione dei casi di test di unità da eseguire sul sistema software. Fa parte del manufatto Piano dei casi di test.

Report_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test.

Report_di_debugging

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione del debugging.

Specifiche_delle_classi

public «Document» Class :Conformemente al paradigma Object Oriented, tale manufatto contiene la descrizione testuale delle interfacce di ciascuna delle classi che compongono il sistema software.

Work Flow System

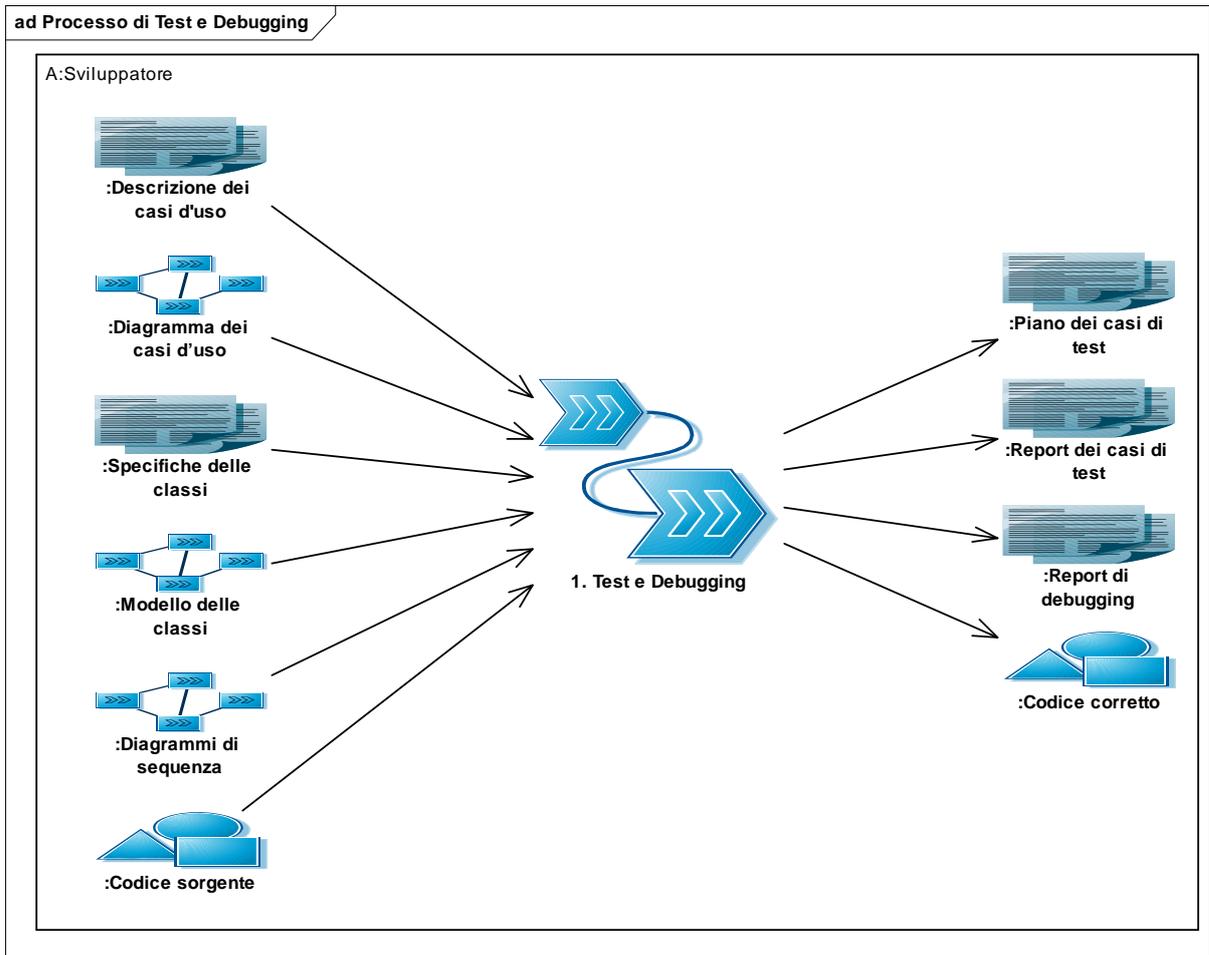


Figura 15 work flow diagram test e debugging step 3

1.Test e Debugging

public «WorkDefinition» Activity

Nello step 3 il livello di granularità aumenta ancora rispetto allo step precedente.

L'attività semplice "Piano dei casi di Test" non è più sufficiente a descrivere il processo, è necessario decomporla in due sotto-attività: "Pianificazione Test di unità" e "Pianificazione Test d'integrazione".

E' necessario quindi modificare lo stereotipo da semplice "activity" a "WorkDefinition" e associarvi il WorkflowDiagram con la specifica del flusso dei manufatti di queste due nuove attività.

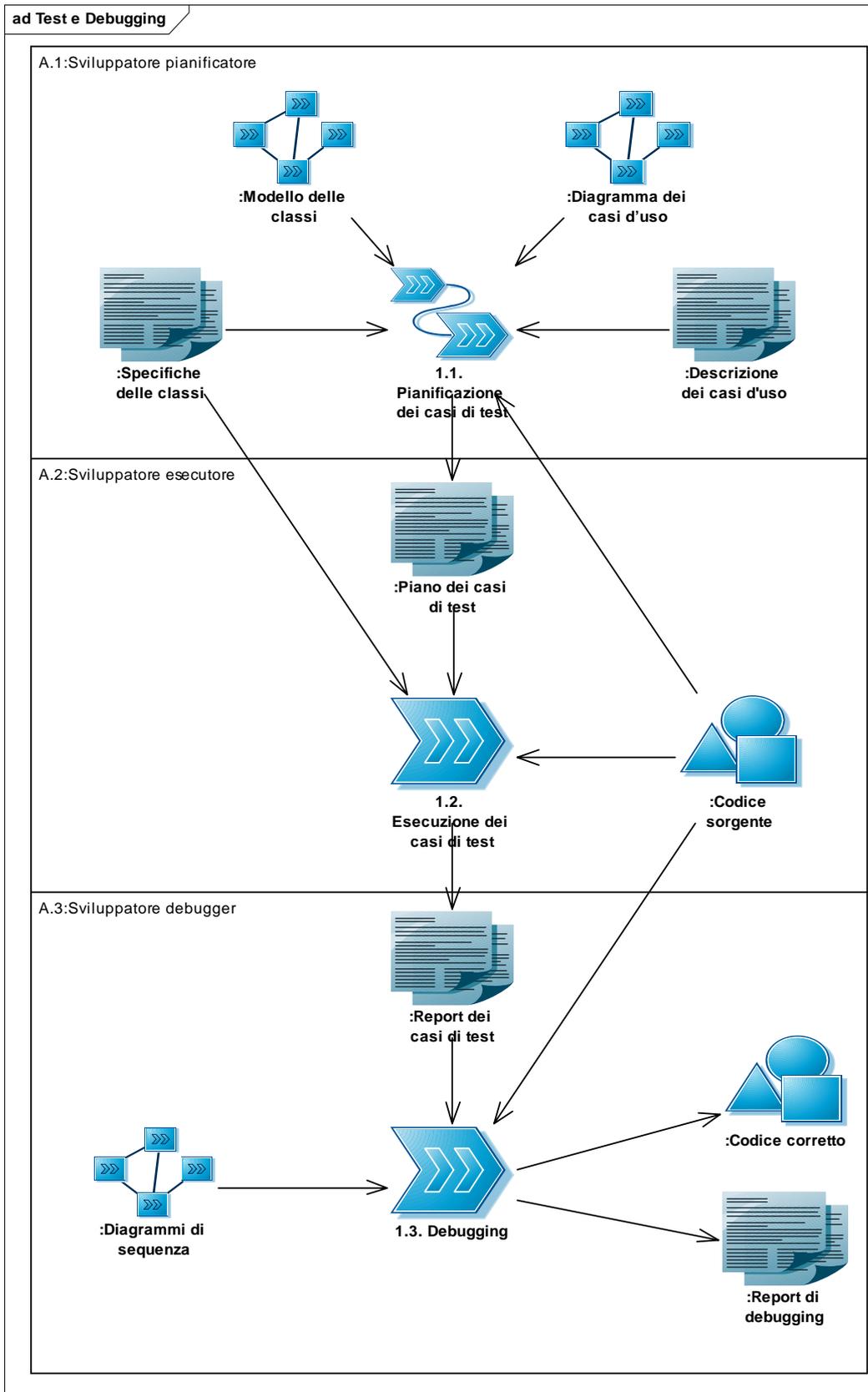


Figura 16 rappresentazione grafica decomposizione attività test e debugging

1.3 Debugging

public «Activity» Activity: A partire dal report di esecuzione dei casi di test, durante l'attività di debugging si modifica il codice sorgente per correggere gli errori riscontrati.

1.2 Esecuzione dei casi di test

public «Activity» Activity: Esecuzione dei piani di casi di test realizzati in fase di pianificazione.

1.1 Piano dei casi di test

public «WorkDefinition» Activity: Attività di pianificazione dei casi di test.

Si è definito il WorkflowDiagram “piano dei casi di test” in cui si dettaglia tale attività specificandone le attività semplici (activity) che la compongono e i manufatti in input e output.

Si è fatta attenzione a mantenere la consistenza dei manufatti in input e output tra i diversi livelli di astrazione.

Tutti i manufatti in input all'attività “piano dei casi di Test” sono in input ad una (o entrambe) le attività del livello di dettaglio più basso.

Si mantiene la consistenza anche per i manufatti in output, infatti l'attività piano dei casi di Test ha in output il manufatto “piano dei casi di Test” che è stato dettagliato a sua volta in questo step: quindi la consistenza è preservata.

Poiché sia l'attività pianificazione dei test di unità, sia l'attività pianificazione del test d'integrazione sono eseguite sotto la responsabilità dell'attore sviluppatore pianificatore, sarà creata una sola swimlane che le comprenda entrambe associandole al proprio attore.

Si noti che, poiché tali attività sono ad un livello di astrazione molto più dettagliato rispetto allo step 1 la loro numerazione è a tre livelli: 1.1.i

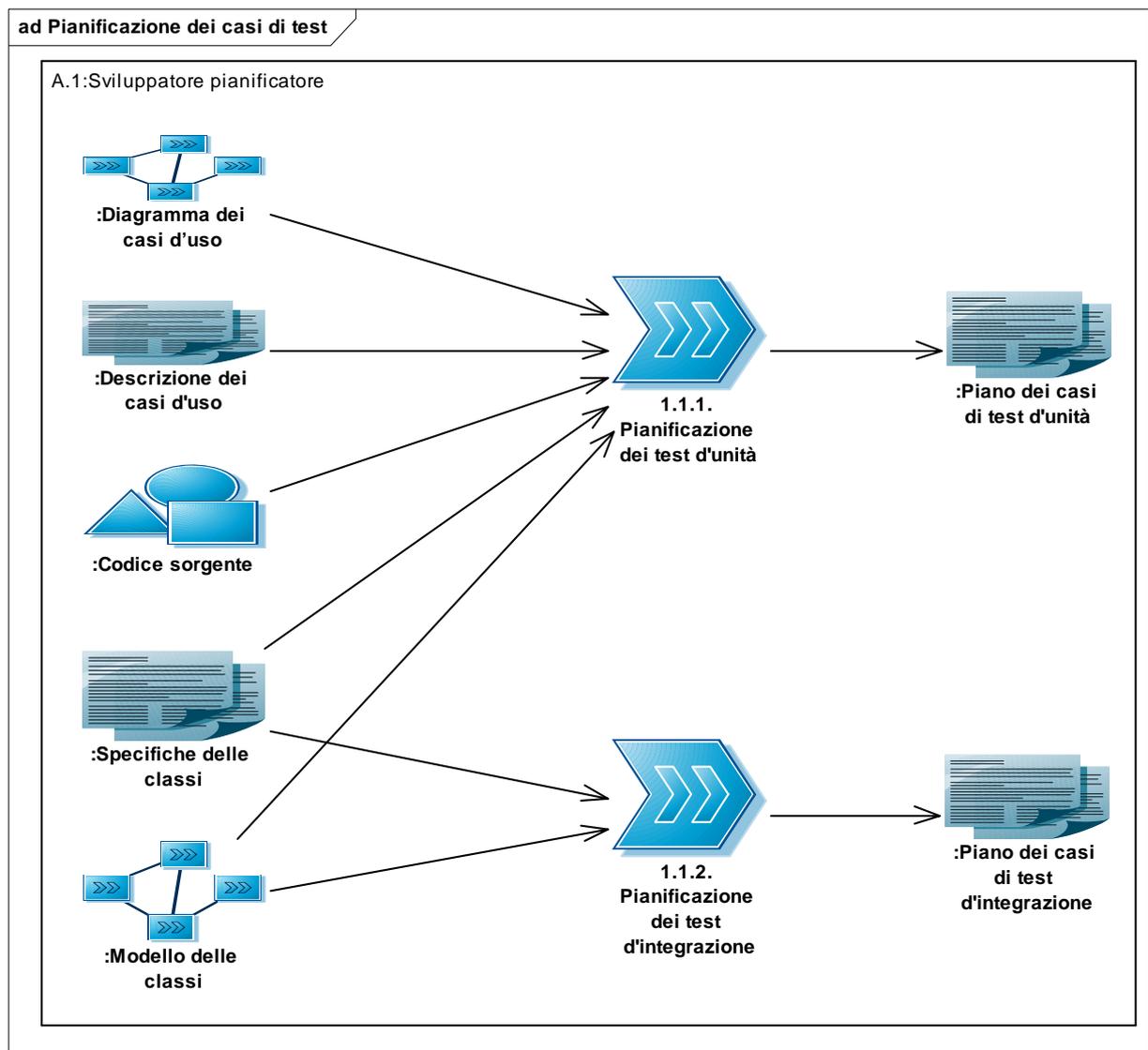


Figura 17 rappresentazione grafica attività piano dei casi di test

Dopo aver decomposto l'attività pianificazione dei test di unità e i relativi manufatti è possibile descrivere i vincoli indicati nelle specifiche: la tecnica utilizzata per la pianificazione del test di unità e la data entro cui deve essere terminata la pianificazione dei test d'integrazione. Queste informazioni in FSP-SPEM possono essere rappresentate mediante attributi (tagged-values) associati alle attività.

Poiché tali informazioni non sono presenti nei tagged values di default è necessario definirne di nuovi, sono stati quindi creati i tagged values

- "Scadenza" di tipo "DateTime"
- "Tecnica" di tipo "String"

È stato associato all'attività "Pianificazione Test d'Integrazione" l'attributo scadenza con valore "31/12/2008", mentre all'attività "Pianificazione Test d'unità" l'attributo tecnica con valore "Cross Reference Class vs. Class"

1.1.2 Pianificazione Test d'Integrazione

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei test di integrazione, il cui scopo è quello di verificare la corretta integrazione tra i moduli del sistema precedentemente verificati tramite test di unità.

Tagged Values

Scadenza = 31/12/2008.

1.1.1 Pianificazione Test d'Unità

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei test di unità, il cui scopo è quello di verificare la correttezza di moduli del codice sorgente.

Tagged Values

Tecnica = Cross Reference Class vs. Class.

Evoluzione di una coreografia per un processo di Test (STEP 4)

INPUT

Modello delle classi, Specifiche delle classi, Diagramma dei casi d'uso, Descrizione dei casi d'uso, Diagrammi di sequenza, Codice Sorgente, Codice Esequibile

OUTPUT

Piano dei casi di test, Report dei casi di test, Report di debugging, Codice corretto

VINCOLI E SPECIFICHE

- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per la pianificazione dei casi di test realizza il piano dei casi di test*
- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per l'esecuzione esegue i casi di teste compila i report di esecuzione dei casi di test*
- *Uno sviluppatore con competenze in tecniche e tool per il debugging effettua il debugging*
- *La tecnica della CROSS REFERENCE CLASS VS CLASS per la pianificazione del test di unità migliora l'efficienza e l'efficacia del processo di testing*
- *La pianificazione del test di integrazione deve essere terminata entro il 31-12-2008*
- *Il tool MatrixJ migliora le prestazioni per la definizione della matrice di cross*
- *Il tool KUnit migliora le prestazioni per la definizione dei cammini indipendenti, supporta ma non migliora le prestazioni per la definizione delle classi di equivalenza*
- *Nella tecnica della CROSS REFERENCE CLASS VS CLASS:*
 - *A partire dal modello della classi si crea la matrice di cross*
 - *A partire dalla matrice di cross si crea una lista di classi in cui per ogni classe è indicato se si effettua un test white box o black box*
 - *Per ogni riga della lista, se per la classe si effettua un test black box si generano le classi di equivalenza per quella classe usando le specifiche delle classi, se per la classe si effettua un test white box si generano i cammini indipendenti per quella classe usando il codice sorgente*
 - *A partire dalle classi di equivalenza si generano i casi di test black box, a partire dai cammini indipendenti e dalle specifiche delle classi si generano i casi di test white box*

In questo step il livello di dettaglio aumenta ancora eliminando le indeterminazioni lasciate dai gradi di libertà.

Attori

Sviluppatore debugger

public «ProcessRole» Actor:

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per il debugging.

Sviluppatore esecutore

public «ProcessRole» Actor:

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per l'esecuzione dei casi dei test.

Sviluppatore pianificatore

public «ProcessRole» Actor:

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per la pianificazione dei casi dei test.

Team di sviluppo

public «ProcessPerformer» Actor:

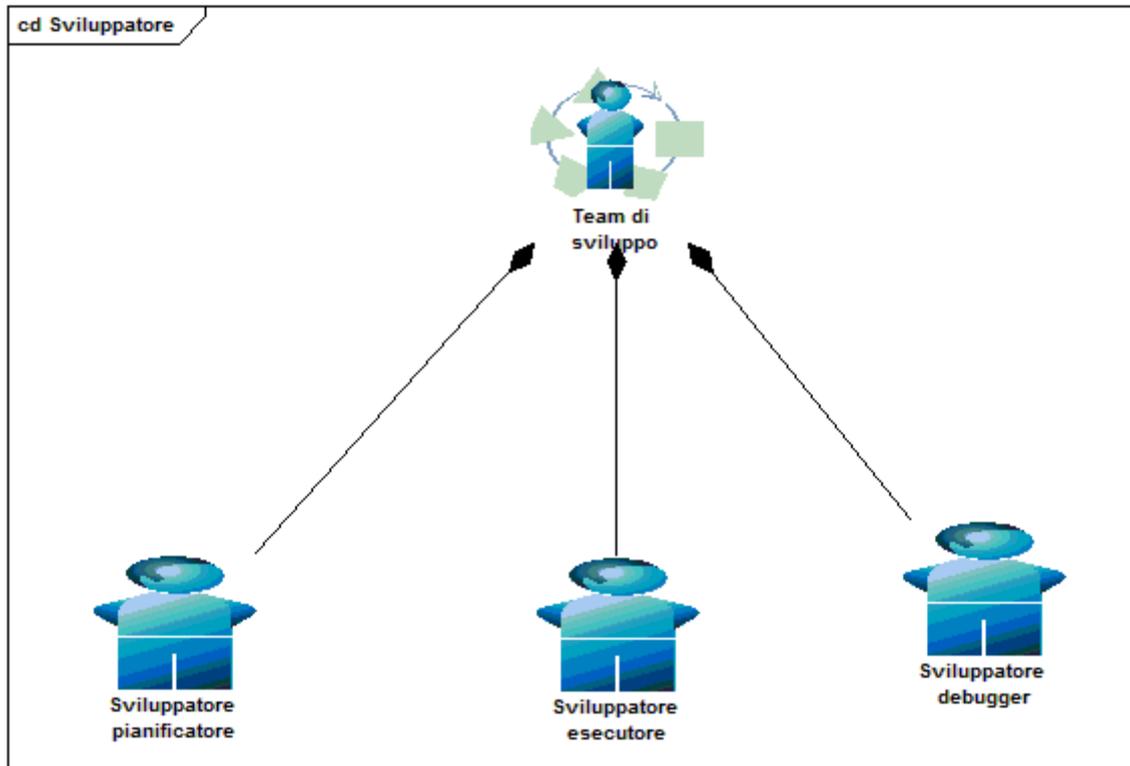


Figura 18 rappresentazione grafica decomposizione attore team di sviluppo step 4

Manufatti

Manufatti::Casi di Test BlackBox

public «Document» Class: Contiene i casi di test di tipo black box da effettuare sul sistema.

Manufatti::Casi di Test WhiteBox

public «Document» Class: Contiene i casi di test di tipo white box da effettuare sul sistema.

Manufatti::Codice_corretto

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software, privo degli errori rilevati nel processo di testing.

Manufatti::Codice_Sorgente

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software.

Manufatti::Descrizione_dei_casi_d'uso

public «Document» Class: Contiene la descrizione in linguaggio naturale di ciascun caso d'uso.

Manufatti::Diagramma_dei_casi_d'uso

public «UMLModel» Class: Contiene il diagramma dei casi d'uso del sistema software, conforme allo standard UML.

Manufatti::Diagrammi_di_sequenza

public «UMLModel» Class: Insieme dei diagrammi di sequenza, conformi allo standard UML, che, per ogni caso d'uso, descrivono l'interazione nel tempo tra le classi del sistema.

Manufatti::Modello_delle_classi

public «UMLModel» Class: Rappresentazione grafica, conforme alla notazione UML, del modello delle classi che compongono il sistema.

Manufatti::Piano_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test (di unità e di integrazione) da eseguire sul sistema software.

Piano_dei_casi_di_test_integrazione

+

Piano_dei_casi_di_test_unità

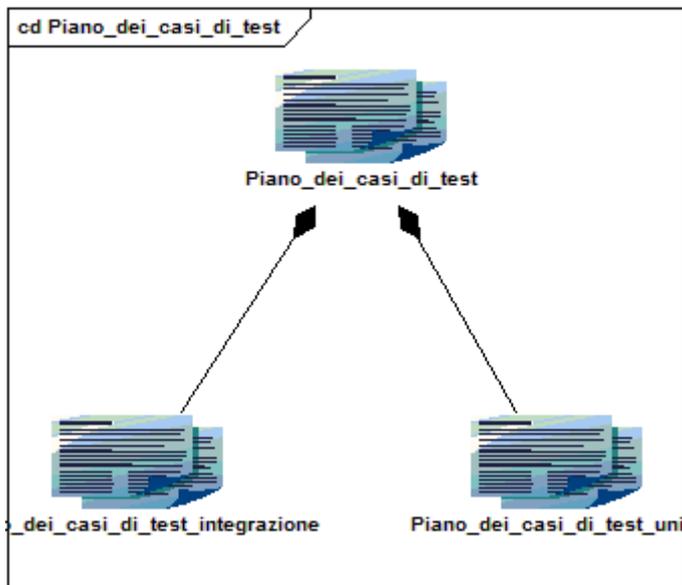


Tabella 1 rappresentazione grafica manufatto composto piano dei casi di test

Piano_dei_casi_di_test_integrazione

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test di integrazione da eseguire sul sistema software.
Fa parte del manufatto Piano dei casi di test.

Poiché nelle specifiche si fa riferimento ai casi di test white e black box è necessario inserirli nella descrizione del processo. Si è reso necessario, quindi, decomporre il manufatto piano dei casi di test di unità in due sotto-manufatti:

- casi di test white box
- casi di test black box

il piano dei casi di test di unità è costituito dall'insieme dei casi di test white box e dall'insieme dei casi di test black box. Non è sufficiente quindi il solo operatore strutturato di composizione per rappresentare la decomposizione del manufatto: si utilizza anche l'operatore ripetizione $1 \{ \} n$.

Nel Work product dependency diagram si ottiene la seguente relazione:

Piano dei casi di test unità = 1{Casi di Test WhiteBox}n + 1{Casi di Test BlachBox}n

Il cui significato è che sia l'insieme di n casi di Test WhiteBox che l'insieme di n Casi di Test BlackBox sono presenti nella descrizione del manufatto piano dei casi di Test e che il primo insieme precede il secondo.

Piano_dei_casi_di_test_unità

public «Document» Class: $1\{Casi\ di\ Test\ WhiteBox\}n + 1\{Casi\ di\ Test\ BlachBox\}n$
Contiene la pianificazione dei casi di test di unità da eseguire sul sistema software.
Fa parte del manufatto Piano dei casi di test.

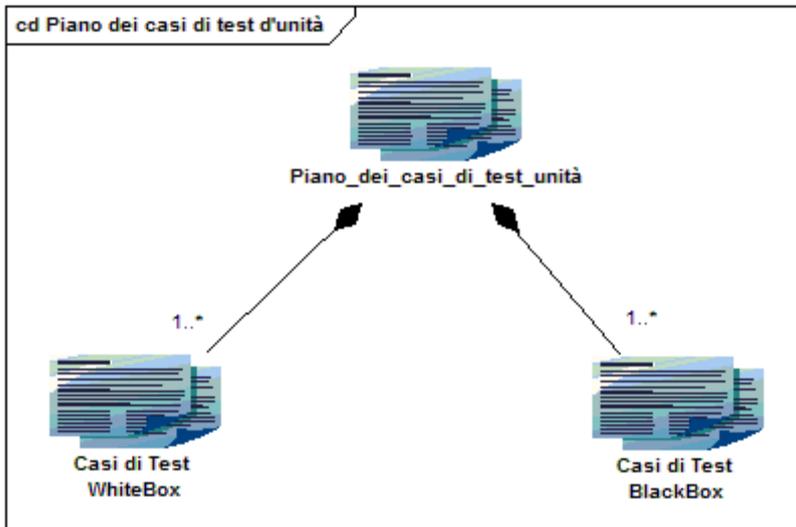


Tabella 2 rappresentazione grafica manufatto composto piano dei casi di test di unità

Di seguito il Work product dependency diagram che indica tutti i sotto-manufatti che compongono il manufatto pianificazione dei casi di test di unità è utilizzata la struttura ad albero.

Sono stati trascinati i manufatti nel diagramma (as a simple link) in posizione gerarchica e si sono collegati i figli dell'albero al padre mediante link "compose" (col rombo orientato verso il padre).

Sono stati specificati i valori dell'iterazione: 1..* come proprietà del link di composizione.

Report_dei_casi_di_test

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test.

Report_di_debugging

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione del debugging.

Specifiche_delle_classi

public «Document» Class: Conformemente al paradigma Object Oriented, tale manufatto contiene la descrizione testuale delle interfacce di ciascuna delle classi che compongono il sistema software.

Work Flow System

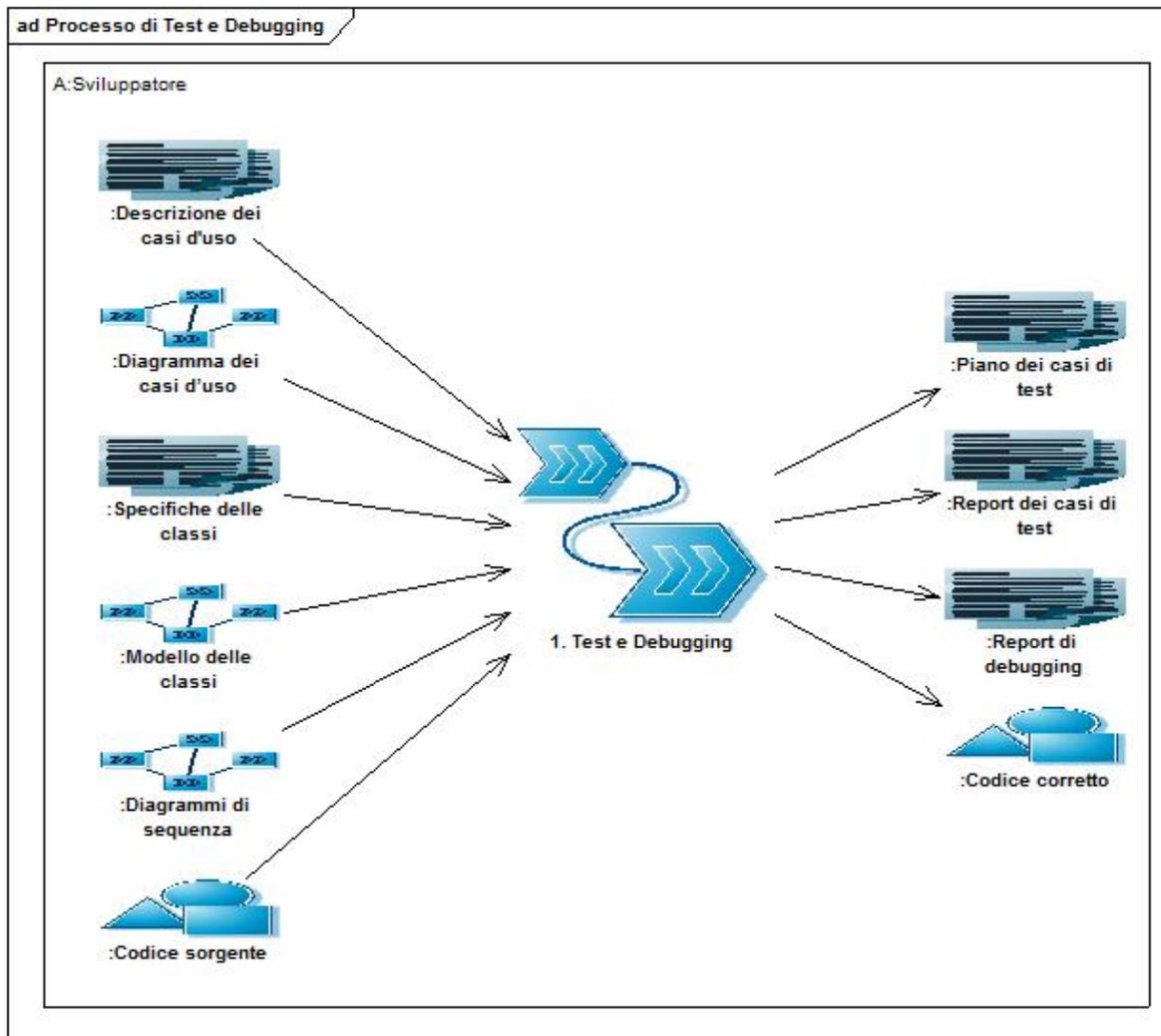


Figura 19 rappresentazione grafica workflowdiagram attività test e debugging

1. Test e Debugging

public «WorkDefinition» Activity:

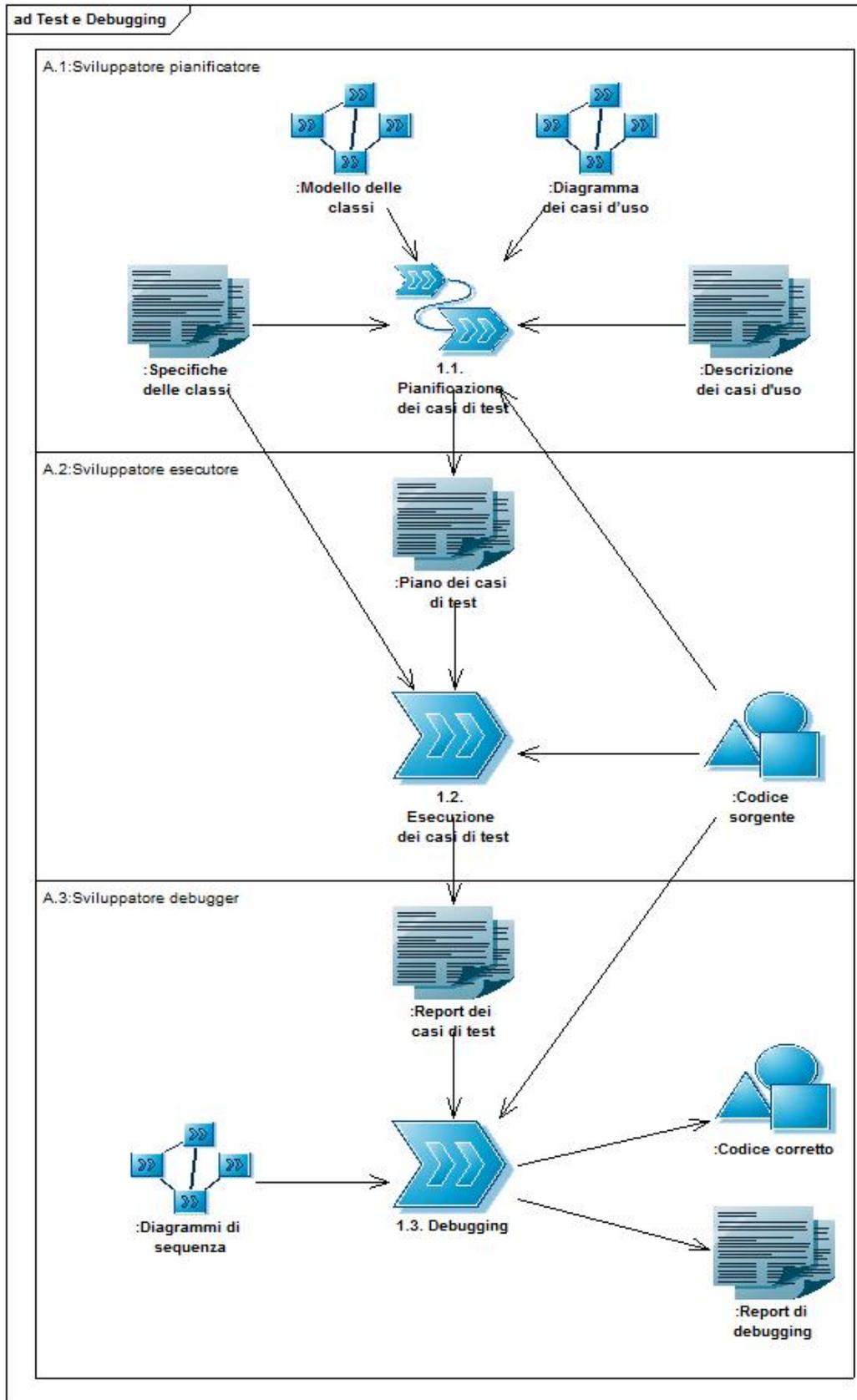


Figura 20 rappresentazione grafica decomposizione attività test e debugging

1.3 Debugging

public «Activity» Activity: A partire dal report di esecuzione dei casi di test, durante l'attività di debugging si modifica il codice sorgente per correggere gli errori riscontrati.

1.2 Esecuzione dei casi di test

public «Activity» Activity: Esecuzione dei piani di casi di test realizzati in fase di pianificazione.

1.1 Piano dei casi di test

public «WorkDefinition» Activity: Attività di pianificazione dei casi di test.

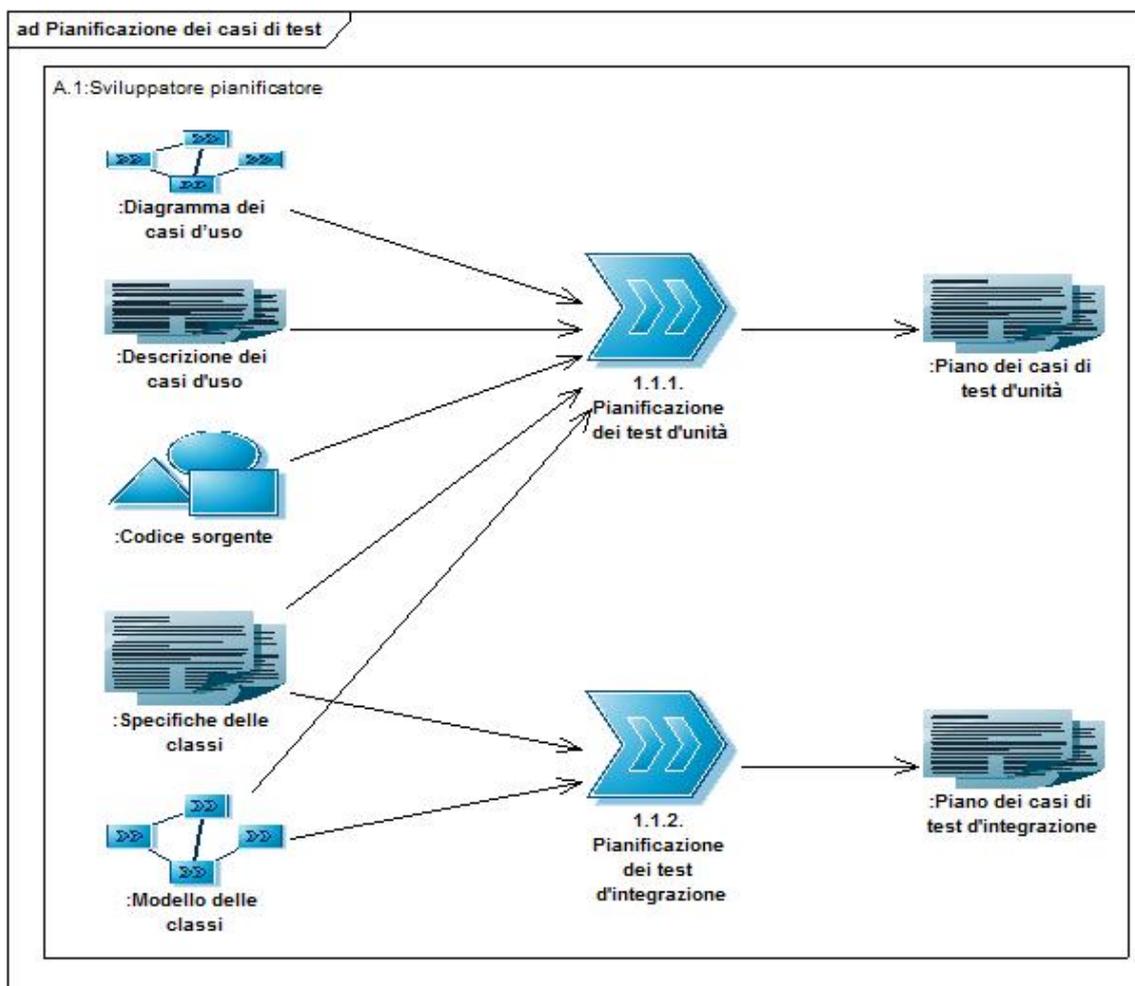


Figura 21 decomposizione grafica attività piano dei casi di test

1.1.2 Pianificazione Test d'integrazione

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei test di integrazione, il cui scopo è quello di verificare la corretta integrazione tra i moduli del sistema precedentemente verificati tramite test di unità.

Tagged Values

Scadenza = 12/12/2008.

1.1.1 Pianificazione Test d'Unità

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei test di unità, il cui scopo è quello di verificare la correttezza di moduli del codice sorgente.

Approved *Pre-condition* *ISC.*

Diagramma dei casi d'uso è disponibile AND Descrizione dei casi d'uso è disponibile AND Codice sorgente è disponibile AND Specifiche delle classi è disponibile AND Modello delle classi è disponibile

Approved *Post-condition* *IEC.*

Piano dei casi di test di unità è stato prodotto

Nelle specifiche del processo sono indicati i vincoli sui tool da utilizzare nell'esecuzione dell'attività Pianificazione dei test di unità, è necessario quindi dettagliare maggiormente tale attività elementare. È stato perciò associato uno scenario procedurale.

Per definizione uno scenario procedurale è una 5-pla PD = (isc,iec,Dp,Bp,OPp) con:

- *isc*= condizioni interne di ingresso (internal starting conditions) devono essere vere al fine di poter attivare l'*attività elementare* a cui sono riferiti. Le condizioni di ingresso sono un'espressione booleana che legano, attraverso operatori logici, eventi temporali, attributi della attività e le condizioni di uscita imposte dagli altri processi.
- *iec*= condizioni interne di uscita (internal ending condition).
- *D_p*= l'insieme di *manufatti* etichettati che costituiscono l'albero di decomposizione dei *manufatti*.
- *B_p*= l'insieme delle azioni di base che vanno a costituire l'*attività elementare*.
- *OP_p*= operatori definiti sull'insieme delle *attività base* che costituiscono la *attività elementare*
 - sequenza: *seq*(b₁, b₂, , b_n);
 - alternativa a una via: *if then* (b₁);
 - alternativa a due vie: *if then else* (b₁, b₂);
 - alternativa a n vie: (b₁, b₂, , b_n);
 - iterazione condizionata con opzione: *while* (b_i)
 - iterazione condizionata con compulsione: *repeat* (b_i)
 - iterazione incondizionata: *for each* (b_i)

Come prima operazione, quindi, sono state definite le condizioni interne di ingresso (ISC) e di uscita (IEC), Per poter iniziare l'attività pianificazione dei test di unit devono essere disponibili i manufatti ad essa in input e per poter terminare l'attività deve essere stato prodotto il Piano dei casi di test di unità.

Pianificazione Test d'Unità Embedded Elements

Tagged Values

Tecnica = Cross Reference Class vs. Class.

Element	Type
Creazione della matrice di cross	State
Creazione delle classi di equivalenza	State
Creazione della lista delle classi	State
Creazione dei cammini indipendenti	State
Creazione casi di test BlackBox	State
Creazione dei casi di test WhiteBox	State

Tabella 3 descrizione degli step dell'attività pianificazione test d'unità

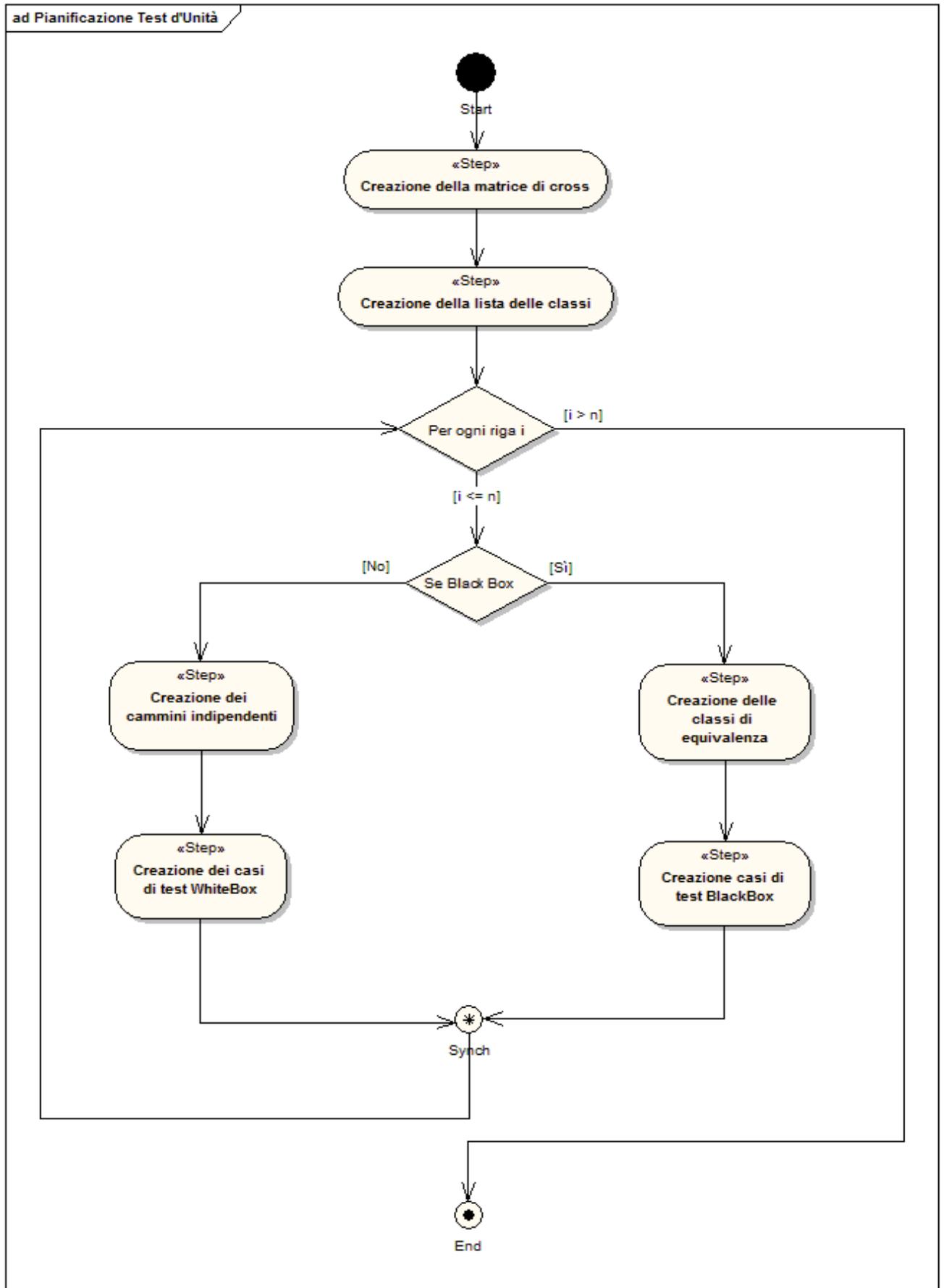


Figura 22 rappresentazione grafica scenario procedurale dell'attività pianificazione test d'unità

Creazione casi di test BlackBox

public «Step» State:

Scenarios

Produrre i casi di test black box usando le classi di equivalenza {Alternate}.

Creazione dei cammini indipendenti

public «Step» State:

Scenarios

Produrre i cammini indipendenti usando il codice sorgente {Alternate}.

Tagged Values

Tool = KUnit

Dopo aver creato lo step creazione dei cammini indipendenti, all'interno dello scenario procedurale dell'attività elementare pianificazione dei test di unità è possibile descrivere i vincoli sui tool da utilizzare indicati nelle specifiche. Poiché il tool KUnit migliora le prestazioni per la definizione dei cammini indipendenti è stato creato un nuovo tagged values "Tool" di tipo "string" ed è stato associato allo step creazione dei cammini indipendenti con valore Kunit. Non si fa la stessa cosa nel caso delle classi di equivalenza poiché nelle specifiche è indicato il fatto che tale tool supporta ma non migliora le prestazioni per la definizione delle classi di equivalenza, è quindi bene lasciare ampi i gradi di libertà e non specificare, per tale step, nessun attributo.

Creazione dei casi di test WhiteBox

public «Step» State:

Scenarios

Produrre i casi di test white box usando i cammini indipendenti e le specifiche delle classi {Alternate}.

Creazione della lista delle classi

public «Step» State:

Creazione della matrice di cross

public «Step» State:

Scenarios

Produrre la matrice di cross utilizzando il modello delle classi {Alternate}.

Tagged Values

Tool = MatrixJ

Come nel caso dello step creazione dei cammini indipendenti, anche per lo step creazione della matrice di cross nelle specifiche è indicato un tool che ne migliora le prestazioni. Anche in questo caso si associa allo step un taggevalue di tipo Tool con valore MatrixJ.

Si noti che poiché il tagged values di tipo tool è stato definito per lo step precedente, Enterprise Architect lo riconosce come "di default" e non è quindi necessario ridefinirlo.

Creazione delle classi di equivalenza

public «Step» State:

Scenarios

Produrre le classi di equivalenza usando le specifiche delle classi {Alternate}.

Progettazione di un GQM per valutare un processo di Test

Dopo aver descritto il processo di test e debugging nel dettaglio attraverso il linguaggio di modellazione FSP-SPEM si è voluto verificarne la qualità rispetto al fattore efficienza.

Per far ciò si è utilizzato un modello di qualità gerarchico orientato agli obiettivi: il Goal Question Metrics Paradigm

Paradigma GQM

Il GQM è un paradigma che fornisce le modalità per costruire modelli orientati agli obiettivi di qualità desiderati; ovvero consente di costruire modelli di qualità flessibili.

E' un approccio sistematico per specializzare gli obiettivi in conformità alle specifiche esigenze del progetto, alle specifiche esigenze dell'organizzazione, al modello di processo, al modello di prodotto, e agli aspetti d'interesse o valori della qualità.

Attraverso delle semplici linee guida, il paradigma GQM permette di definire lo schema di descrizione di ogni tipo di quesito, d'individuare i tipi di quesiti con cui dettagliare gli obiettivi, di definire lo schema di descrizione dei quesiti di ogni tipo, di definire lo schema delle interpretazione dei valori delle misure rilevate dalla misurazione

Il metodo GQM si compone di quattro fasi:

- 1) Fase di progetto
- 2) Una fase di definizione nella quale il programma di misurazione è definito: si definiscono i goal, le question, le metrics, e le ipotesi
- 3) Una fase di raccolta delle misure durante la quale si effettuano le misurazioni dei valori attuali delle stesse
- 4) Una fase di interpretazione durante la quale i dati raccolti sono processati nel rispetto delle metriche definite e forniscono delle risposte alle question, e quindi permettono di valutare i goal.

Le quattro fasi si possono meglio visualizzare nel seguente schema.

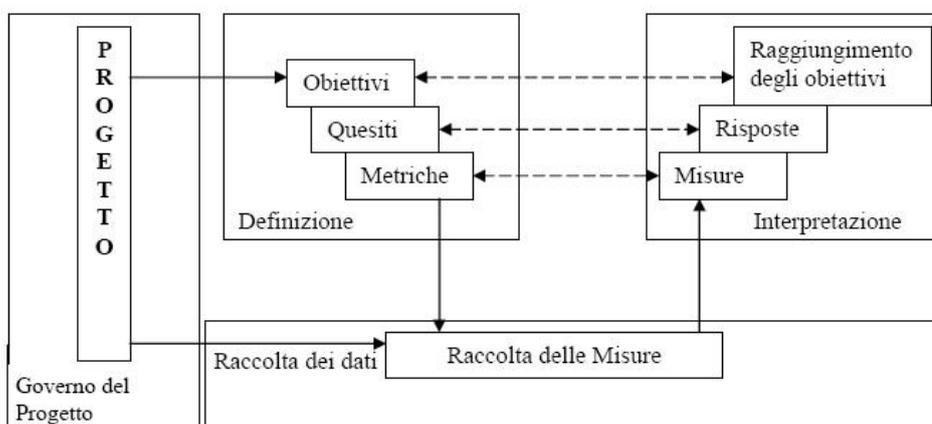


Figura 23 Ciclo di vita di un GQM

Ulteriori motivazioni che avvalorano la scelta di utilizzo del formalismo GQM sono le seguenti:

- Aiuta ad assicurare l'adeguatezza, la consistenza e la completezza del modello di qualità
- Aiuta a valutare e controllare la complessità del piano di misurazione
- Esplicita la relazione tra gli attributi da misurare e gli obiettivi di qualità che si intendono raggiungere
- Aiuta a comprendere la dipendenza tra osservabili ed i relativi attributi dalla qualità che si vuole misurare;
- Favorisce la convergenza sul significato operativo del modello tra il progettista del modello ed il misuratore, circa l'interpretazione
- L'operatività dei risultati delle misurazioni dei Modelli di Qualità prodotti con il GQM è sistematica: alla stessa combinazione dei valori di misure si associa un'interpretazione indipendente da chi la effettua da quando e da com'è effettuata.

Il Goal Question Metrics definisce un modello di misurazione sviluppato in tre diversi livelli di specificità

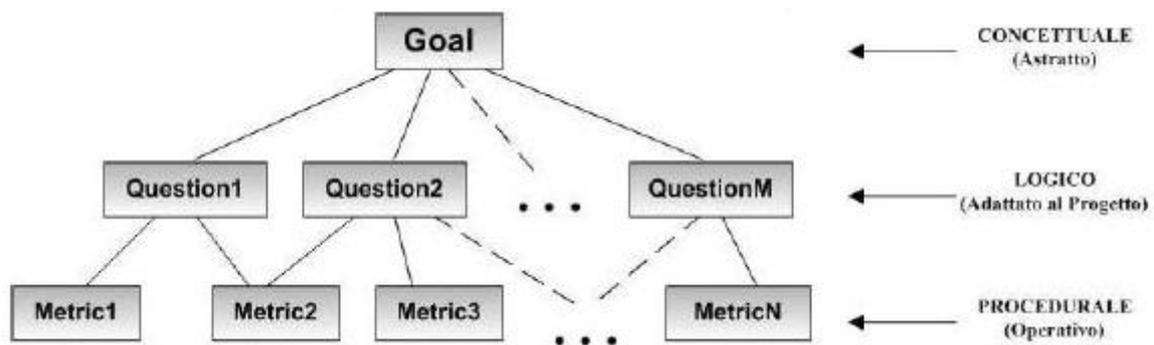


Figura 24 livelli di astrazione del GQM

1) Livello concettuale (Goal):

Si occupa di definire concettualmente il fattore/i fattori scopo del modello. Viene fornito uno schema in base al quale strutturare la specifica dei Goal che contiene i seguenti campi:

Oggetto	cosa si vuole studiare (teoria, concetto, modello, relazione, misura)
Scopo	l'intenzione che motiva l'esperimento (caratterizzare, esplorare , valutare, , confermare
Focus	l'effetto che si vuole studiare (esprime gli aspetti di interesse dell'oggetto di studio, per esempio: effetto sulla rapidità del processo, sulla qualità del prodotto, sul comportamento degli sviluppatori; sul miglioramento del processo)
Punto di vista	le parti interessate all'effetto (prospettiva dell'interessato ai risultati dell'esperimento; sviluppatore, responsabile di progetto, responsabile dell'impresa, utente, utilizzatore, ricercatore.)
Contesto	descrizione dell'ambiente in cui sono eseguite le misurazioni previste dall'esperimento;

Tabella 4 template di definizione dei goal

2) Livello operativo (Question):

Un insieme di domande sono usate per definire il modello dell'oggetto di studio. Sono le domande che esprimono informazioni richieste per raggiungere l'obiettivo

3) Livello Quantitativo (Metric):

Un'insieme di metriche è associato a ciascuna domanda in modo da renderla misurabile.

Di seguito si svilupperà un GQM per il processo di testing.

Rappresentazione dei goals:

Verranno riportate le tabelle con la definizione dei goal inerenti al processo di Test e Debugging.

Goal 1	
Analizzare	il processo Pianificazione dei casi di Test di Unità
Allo scopo	di valutarlo (Valutare un processo significa paragonarne la qualità rispetto a fattori di riferimento per valutare se quello osservato è buono.)
Rispetto	all'efficienza (Il quality focus dei seguenti GQM è l'efficienza.)
Dal punto di vista	dello sviluppatore
Nel contesto	del Processo di Testing

Tabella 5 definizione del goal 1

Goal 2	
Analizzare	il processo Pianificazione dei casi di Test di Integrazione
Allo scopo	di valutarlo
Rispetto	all'efficienza
Dal punto di vista	dello sviluppatore
Nel contesto	del Processo di Testing

Tabella 6 definizione goal 2

Goal 3	
Analizzare	il processo Esecuzione dei casi di Test di Unità
Allo scopo	di valutarlo
Rispetto	all'efficienza
Dal punto di vista	dello sviluppatore
Nel contesto	del Processo di Testing

Tabella 7 definizione goal 3

Goal 4	
Analizzare	il processo Esecuzione dei casi di Test di Integrazione
Allo scopo	di valutarlo
Rispetto	all'efficienza
Dal punto di vista	dello sviluppatore
Nel contesto	del Processo di Testing

Tabella 8 definizione goal 4

Rappresentazione delle question:

Le domande sui processi possono essere dettagliate ulteriormente nelle seguenti categorie:

1. Caratterizzazione del processo

- **conformità dell'uso del processo:** cattura informazioni riguardanti l'aderenza del processo reale al processo ufficiale dell'impresa adeguatamente descritto
- **conformità ai requisiti del processo :** adeguatezza degli attributi del personale dei tools,delle procedure dei piani e della logistica

2. Qualità di interesse

- **modello primario:** una specifica quantitativa della prospettiva di qualità di interesse
- **modello di conferma :** complementare al principale per valutare se i risultati del modello primario sono buoni, spesso fa riferimento ai dati storici della stessa organizzazione
- **modello di validità:** anche questo, è complementare al principale; serve per valutare l'appropriatezza dei risultati alle caratteristiche del progetto, spesso si fa riferimento a dati esogeni all'organizzazione

A supporto della leggibilità del documento sono state utilizzate delle semplici regole:

- Ogni domanda del modello GQM deve avere un identificatore univoco.
- La numerazione dei quesiti è fatta sequenzialmente in dipendenza dell'ordine di definizione: Q1, Q2, . . . ,Qn, . . .
- Se all'interno di un goal si fa riferimento ad una question utilizzata in un goal precedente, si utilizzerà lo stesso identificatore utilizzato in precedenza, e la numerazione del goal attuale ripartirà dalla successiva question.

Goal 1	
Caratterizzazione del processo	Conformità dell'uso del processo
	Q1.1 Quali sono le tecniche di testing utilizzate nel processo di pianificazione dei test d'unità?
	Q1.2 Quali sono i tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test d'unità?
	Conformità ai requisiti del processo
	Q1.3 Qual è l'esperienza del team nell'esecuzione del processo?
	Q1.4 Qual è la conoscenza del team delle tecniche per la pianificazione dei test d'unità?
	Q1.5 Qual è la conoscenza dei tool per la pianificazione dei test d'unità?
Q1.6 Qual è la conoscenza del team del dominio applicativo?	
Qualità di interesse	Modello Primario
	Q1.7 Qual è lo sforzo richiesto per la pianificazione dei casi di test di unità?
	Q1.8 Qual è in percentuale lo sforzo richiesto per la pianificazione dei casi di test di unità rispetto a quello necessario per tutta la fase di pianificazione?
	Modello di Conferma
	Q1.10 In che quantità si sono pianificati i casi di test di unità in progetti simili?
	Q1.11 Qual è secondo lo storico di dati disponibili lo sforzo richiesto per la pianificazione dei test di unità?
	Modello di Validità
Q1.12 Secondo la letteratura quanto deve pesare la pianificazione del test di unità sul processo di pianificazione?	

Tabella 9 question relative al goal 1

In conformità a quanto specificato prima sono state riempite le varie sezioni:

1. Caratterizzazione del processo

- **conformità dell'uso del processo:** si vogliono catturare informazioni riguardanti l'aderenza del processo alla realtà, per questo motivo le question riguardano le tecniche e i tool utilizzati nell'azienda reale
- **conformità ai requisiti del processo :** si vuole verificare l'adeguatezza degli attributi del personale dei tools, delle procedure dei piani e della logistica, per questa ragione le question riguardano la conoscenza del team delle tecniche e dei tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità, e in generale la loro conoscenza del dominio applicativo e delle tecniche generali di testing

2. Qualità di interesse

- **modello primario:** la qualità d'interesse specificata nei goal è l'efficienza del processo di pianificazione dei test di unità. Una specifica quantitativa di questa riguarda l'effort assoluto e l'effort relativo alla pianificazione dei test di unità
- **modello di conferma :** complementare al principale per valutare se i risultati del modello primario sono buoni, spesso fa riferimento ai dati storici della stessa organizzazione, infatti si verificano i due fattori indicati nel modello primario confrontandoli con i corrispondenti progetti simili della stessa azienda o di altre.
- **modello di validità:** anche questo, è complementare al principale; serve per valutare l'appropriatezza dei risultati alle caratteristiche del progetto, spesso si fa riferimento a dati esogeni all'organizzazione, infatti confronta l'effort relativo per la pianificazione dei test di unità con i corrispettivi valori tratti dalla letteratura.

Nelle seguenti questions si procederà utilizzando lo stesso criterio di individuazione dei quesiti.

Goal 2	
Caratterizzazione del processo	Conformità dell'uso del processo
	Q2.1 Quali sono le tecniche di testing utilizzate nel processo di pianificazione dei test d'integrazione?
	Conformità ai requisiti del processo
	Q1.3 Qual è l'esperienza del team nell'esecuzione del processo?
	Q2.3 Qual è la conoscenza del team delle tecniche per la pianificazione dei test d'integrazione?
	Q2.4 Qual è la conoscenza dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione?
Qualità di interesse	Q1.6 Qual è la conoscenza del team del dominio applicativo?
	Modello Primario
	Q2.5 Qual è lo sforzo richiesto per la pianificazione dei casi di test di integrazione?
	Q2.6 Qual è in percentuale lo sforzo richiesto per la pianificazione dei casi di test di integrazione rispetto a quello necessario per tutta la fase di pianificazione?
	Modello di Conferma
	Q2.8 In che quantità si sono pianificati i casi di test di integrazione in progetti simili?
	Q2.9 Qual è secondo lo storico di dati disponibili lo sforzo richiesto per la pianificazione dei test
Modello di Validità	
Q2.10 Secondo la letteratura quanto deve pesare la pianificazione del test di integrazione sul processo di pianificazione?	

Tabella 10 question relative al goal 2

Nel goal 2 l'oggetto dello studio è la pianificazione dei test d'integrazione. Poiché vi è un parallelismo tra i test di unità e i test d'integrazione, per questo motivo è possibile fare un mapping tra le questions definite nel goal 1 e quelle definite nel goal 2, tuttavia poiché l'oggetto delle misurazioni è distinto è necessario che le question siano specifiche dell'oggetto di studio e che la numerazioni vari. Si fa eccezione per le question che riguardano la conoscenza delle tecniche di testing in generale e del dominio applicativo, che fanno riferimento a concetti generali che non vengono specializzati nei due diversi tipi di test, per questa ragione si riutilizzerà la numerazione, sono tuttavia fattori di cui tener conto poiché la conoscenza da parte del team di entrambi i tipi di testing serve a bilanciare la pianificazione dei test di unità e quella dei test d'integrazione e a permettere che siano condotte alla stessa maniera.

Goal 3	
Caratterizzazione del processo	Conformità dell'uso del processo
	Q3.1 Quali sono i tool di esecuzione dei test d'unità utilizzati nel processo?
	Conformità ai requisiti del processo
	Q1.3 Qual è l'esperienza del team nell'esecuzione del processo?
	Q3.2 Qual è la conoscenza dei tool per l'esecuzione dei casi di test di unità?
	Q3.3 Qual è la dimensione degli stub di unità?
Qualità di interesse	Modello Primario
	Q3.4 Qual è lo sforzo richiesto per la esecuzione dei casi di test di unità?
	Q3.5 Qual è in percentuale lo sforzo richiesto per la esecuzione dei casi di test di unità rispetto a quello necessario per tutta la fase di esecuzione?
	Q3.6 Qual è la percentuale dei casi di test di unità positivi dopo la prima esecuzione?
	Modello di Conferma
	Q3.7 In che percentuale si sono eseguiti i casi di test di unità in progetti simili?
	Q3.8 Qual è secondo lo storico di dati disponibili la percentuale di casi di test positivi per l'esecuzione dei test di unità?
	Modello di Validità
	Q3.9 Secondo la letteratura quanto deve pesare l'esecuzione del test di unità sul processo di esecuzione?

Tabella 11 question relative al goal 3

Nel goal 3 l'oggetto di studio è il processo di esecuzione dei test di unità.

Cambiano quindi la caratterizzazione del processo e le qualità d'interesse. Non si parla più di tecniche, ma solo di tool, e viene introdotto un nuovo fattore: la dimensione degli stub (classi fittizie utilizzate per testare il corretto funzionamento delle classi del sistema). Nel modello primario oltre all'effort relativo e all'effort assoluto è individuato un nuovo fattore che permette di qualificare il quality focus del goal 3: l'efficienza dell'esecuzione dei test di unità.

Come nel caso del goal 1 e del goal 2 si trova un perfetto parallelismo tra le questions definite nei goal 3 per il processo di esecuzione dei test di unità e quelle definite nel goal 4 per il processo di esecuzione dei test d'integrazione, fatta eccezione per quelle question che riguardano aspetti generali del processo di testing, come l'esperienza del team nell'esecuzione del test.

Goal 4	
Caratterizzazione del processo	Conformità dell'uso del processo
	Q4.1 Quali sono i tool di esecuzione dei test d'integrazione utilizzati nel processo?
	Conformità ai requisiti del processo
	Q1.3 Qual è l'esperienza del team nell'esecuzione del processo?
	Q4.2 Qual è la conoscenza dei tool per l'esecuzione dei casi di test di integrazione?
	Q4.3 Qual è la dimensione degli stub di integrazione?
Qualità di Interesse	Modello Primario
	Q4.4 Qual è lo sforzo richiesto per l'esecuzione dei casi di test di integrazione?
	Q4.5 Qual è in percentuale lo sforzo richiesto per l'esecuzione dei casi di test di integrazione rispetto a quello necessario per tutta la fase di esecuzione?
	Q4.6 Qual è la percentuale dei casi di test di integrazione positivi dopo la prima esecuzione?
	Modello di Conferma
	Q4.7 In che percentuale si sono eseguiti i casi di test di integrazione in progetti simili?
	Q4.8 Qual è secondo lo storico di dati disponibili la percentuale di casi di test positivi per l'esecuzione dei test di integrazione?
	Modello di Validità
	Q4.9 Secondo la letteratura quanto deve pesare l'esecuzione del test di integrazione sul

	processo di esecuzione?
--	-------------------------

Tabella 12 question relative al goal 4

Associazioni Quesiti-Metriche:

Dopo aver definito i goal e le relative question si può passare al terzo livello del GQM, quello quantitativo, in cui ad ogni question è associato un insieme di metriche in modo da renderla misurabile.

Come nel caso delle questions per migliorare la leggibilità del documento sono state utilizzate delle semplici regole:

- Ogni metrica deve avere un unico numero di identificazione e un indentificatore che permetta facilmente di intuirne il significato
- Tale numero dipende dal numero del quesito a cui la metrica è collegata, es. per il quesito Q1.1 le metriche saranno del tipo M1.1.i
- Nel caso per la definizione di una metrica sia necessario l'utilizzo di altre metriche, tutte queste saranno indicate nello stesso quesito
- Nel caso una metrica utilizzata per un quesito precedentemente sia riutilizzata verrà riscritta facendo attenzione a mantenere la numerazione precedente.

Goal 1			
Question	Metrica	Etichetta	Descrizione
Q1.1	M1.1.1	TecnTestU	Tecniche di testing utilizzate per il processo pianificazione test di unità
Q1.2	M1.2.1	ToolsUtilU	Tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test di unità
Q1.3	M1.3.1	ExpTest	Esperienza relativa al testing di un individuo del team
	M1.3.2	%DistrExpTest	Distribuzione in percentuale dei valori soggettivi di esperienza del team nell'esecuzione del processo
	M1.3.3	%PersExpTest	Percentuale di persone del team esperte di testing
Q1.4	M1.4.1	ConTecUtilU	Conoscenza di un individuo del team circa le tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate
	M1.4.2	%DistrConTecUtilU	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa le tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate
	M1.4.3	%PersExpTecUtilU	Percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate
Q1.5	M1.5.1	ConToolsUtilU	Conoscenza di un individuo del team circa i tool per la pianificazione dei test di unità utilizzati

	M1.5.2	%DistrConToolsUtilU	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa i tool per la pianificazione dei test di unità utilizzati
	M1.5.3	%PersExpToolsUtilU	Percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei test di unità utilizzati
Q1.6	M1.6.1	ConDomAppl	Conoscenza di un individuo del team del dominio applicativo
	M1.6.2	%DistrConDomAppl	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team del dominio applicativo
	M1.6.3	%PersExpDomAppl	Percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo
Q1.7	M1.7.1	TPianCTU	Ore/uomo per la pianificazione dei casi di test di unità
	M1.7.2	NumCTU	Numero di casi di test di unità pianificati
	M1.7.3	StTPianCTU	Numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità
Q1.8	M1.7.1	TPianCTU	Ore/uomo per la pianificazione dei test di unità
	M1.8.1	TPianCTI	Ore/uomo per la pianificazione dei test di integrazione
	M1.8.2	TPianCT	Ore/uomo per la pianificazione dei casi di test
	M1.8.3	%TPianCTU	Percentuale di tempo dedicata alla pianificazione dei test di unità
Q1.9	M1.9.1	NumClas	Numero di classi del sistema
	M1.7.2	NumCTU	Numero di casi di test di unità pianificati
	M1.9.2	StNumCTU	Numero standardizzato di casi di test di unità pianificati
Q1.10	M1.10.1	QuaCTUA	Quantità di casi di test di unità prodotti per classe in altri processi
Q1.11	M1.11.1	StTPianCTUA	Ore/uomo standardizzate per pianificare un caso di test di unità in processi analoghi
Q1.12	M1.12.1	%TPianCTUlett	Peso che in percentuale deve avere lo sforzo per la pianificazione dei casi di test d'unità secondo la letteratura

Tabella 13 metriche relative alle question del goal 1

Goal 2			
Question	Metrica	Etichetta	Descrizione
Q2.1	M2.1.1	TecnTestI	Tecniche di testing utilizzate per il processo pianificazione test d'integrazione
Q2.2	M2.2.1	ToolsUtile	Tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test d'integrazione
Q1.3	M1.3.1	ExpTest	Esperienza relativa al testing di un individuo del team
	M1.3.2	%DistrExpTest	Distribuzione in percentuale dei valori soggettivi di esperienza del team nell'esecuzione del processo
	M1.3.3	%PersExpTest	Percentuale di persone del team esperte di testing
Q2.3	M2.3.1	ConTecUtile	Conoscenza di un individuo del team circa le tecniche di pianificazione dei test d'integrazione utilizzate
	M2.3.2	%DistrConTecUtile	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa le tecniche di pianificazione dei test d'integrazione utilizzate
	M2.3.3	%PersExpTecUtile	Percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei test d'integrazione utilizzate
Q2.4	M2.4.1	ConToolsUtile	Conoscenza di un individuo del team circa i tool per la pianificazione dei test d'integrazione utilizzati
	M2.4.2	%DistrConToolsUtile	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa i tool per la pianificazione dei test d'integrazione utilizzati
	M2.4.3	%PersExpToolsUtile	Percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione utilizzati
Q1.6	M1.6.1	ConDomAppl	Conoscenza di un individuo del team del dominio applicativo
	M1.6.2	%DistrConDomAppl	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team del dominio applicativo
	M1.6.3	%PersExpDomAppl	Percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo
Q2.5	M1.8.1	TPianCTI	Ore/uomo per la pianificazione dei casi di test di integrazione
	M2.5.1	NumCTI	Numero di casi di test di integrazione pianificati
	M2.5.2	StTPianCTI	Numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione

Q2.6	M1.7.1	TPianCTU	Ore/uomo per la pianificazione dei test di unità
	M1.8.1	TPianCTI	Ore/uomo per la pianificazione dei test di integrazione
	M1.8.2	TPianCT	Ore uomo per la pianificazione dei casi di test
	M2.6.1	%TPianCTI	Percentuale di tempo dedicata alla pianificazione dei test di integrazione
Q2.7	M1.9.1	NumClas	Numero di classi del sistema
	M2.5.1	NumCTI	Numero di casi di test di integrazione pianificati
	M2.7.1	StNumCTI	Numero standardizzato di casi di test di integrazione pianificati
Q2.8	M2.8.1	QuaCTIA	Quantità di casi di test di integrazione prodotti per classe in altri processi
Q2.9	M2.9.1	StTPianCTIA	Ore/uomo standardizzate per pianificare un caso di test di integrazione in processi analoghi
Q2.10	M2.10.1	%TPianCTILett	Peso che in percentuale deve avere lo sforzo per la pianificazione dei casi di test di integrazione secondo la letteratura

Tabella 14 metriche relative alle question del goal 2

Goal 3			
Question	Metrica	Etichetta	Descrizione
Q3.1	M3.1.1	ToolsEsecTest	Tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità
Q1.3	M1.3.1	ExpTest	Esperienza relativa al testing di un individuo del team
	M1.3.2	%DistrExpTest	Distribuzione in percentuale dei valori soggettivi di esperienza del team nell'esecuzione del processo
	M1.3.3	%PersExpTest	Percentuale di persone del team esperte di testing
Q3.2	M3.2.1	ConToolsUtilEsecTU	Conoscenza di un individuo del team circa i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità
	M3.2.2	%DistrConToolsUtilEsecTU	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità
	M3.2.3	%PersExpToolsUtilEsecTU	Percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità
Q3.3	M3.3.1	LOCStubFitzU	Dimensione in LOC degli stub di unità fittizi utilizzati

	M3.3.2	NClasStubFitzU	Numero classi simulate da stub di unità fittizi
	M3.3.3	StLOCStubFitzU	Dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità fittizi utilizzati
Q3.4	M3.4.1	TEsecCTU	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test di unità
	M3.4.2	NumCTUEsec	Numero di casi di test di unità eseguiti
	M3.4.3	StTEsecCTU	Numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità
Q3.5	M3.4.1	TEsecCTU	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test di unità
	M3.5.1	TEsecCTI	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test di integrazione
	M3.5.2	TEsecCT	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test
	M3.5.3	%TEsecCTU	Percentuale di tempo dedicata all'esecuzione dei test di unità
Q3.6	M3.6.1	NumCTUPos	Numero di casi di test di unità positivi
	M1.7.2	NumCTU	Numero di casi di test di unità pianificati
	M3.6.2	%CTUPos	Percentuale dei casi di test di unità positivi
Q3.7	M3.7.1	%CTUPosA	Percentuale dei casi di test di unità positivi in altri progetti simili
Q3.8	M3.8.1	StTEsecCTUA	Ore/uomo standardizzate per eseguire un caso di test di unità in processi analoghi
Q3.9	M3.9.1	%TEsecCTUlett	Peso che in percentuale deve avere lo sforzo per l'esecuzione dei casi di test di unità secondo la letteratura

Tabella 15 metriche relative alle question del goal 3

Goal 4			
Question	Metrica	Etichetta	Descrizione
Q4.1	M4.1.1	ToolsEsecTestI	Tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione
Q1.3	M1.3.1	ExpTest	Esperienza relativa al testing di un individuo del team
	M1.3.2	%DistrExpTest	Distribuzione in percentuale dei valori soggettivi di esperienza del team nell'esecuzione del processo
	M1.3.3	%PersExpTest	Percentuale di persone del team esperte di testing

Q4.2	M4.2.1	ConToolsUtilEsecTI	Conoscenza di un individuo del team circa i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di integrazione
	M4.2.2	%DistrConToolsUtilEsecTI	Distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di integrazione
	M4.2.3	%PersExpToolsUtilEsecTI	Percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di integrazione
Q4.3	M4.3.1	LOCStubFitzI	Dimensione in LOC degli stub di integrazione fittizi utilizzati
	M4.3.2	NClasStubFitzI	Numero classi simulate da stub di integrazione fittizi
	M4.3.3	StLOCStubFitzI	Dimensione standardizzata in LOC degli stub di integrazione fittizi utilizzati
Q4.4	M3.5.1	TEsecCTI	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test di integrazione
	M4.4.2	NumCTIEsec	Numero di casi di test di integrazione eseguiti
	M4.4.3	StTEsecCTI	Numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione
Q4.5	M3.4.1	TEsecCTU	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test di unità
	M3.5.1	TEsecCTI	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test di integrazione
	M3.5.2	TEsecCT	Ore/uomo per l'esecuzione dei casi di test
	M4.5.1	%TEsecCTI	Percentuale di tempo dedicata all'esecuzione dei test di integrazione
Q4.6	M4.6.1	NumCTIPos	Numero di casi di test di integrazione positivi
	M2.1.1	NumCTI	Numero di casi di test di integrazione pianificati
	M4.6.2	%CTIPos	Percentuale di casi di test di integrazione positivi
Q4.7	M4.7.1	%CTIPosA	Percentuale dei casi di test di integrazione positivi in altri progetti simili
Q4.8	M4.8.1	StTEsecCTIA	Ore/uomo standardizzate per eseguire un caso di test di integrazione in processi analoghi
Q4.9	M4.9.1	%TEsecCTILett	Peso che in percentuale deve avere lo sforzo per l'esecuzione dei casi di test di integrazione secondo la letteratura

Tabella 16 metriche relative alle question del goal 4

Fogli metrici:

Per migliorare la comprensione si sono utilizzati strumenti specifici di accumulo e formalizzazione della conoscenza:

- I Fogli Metrici (Abstraction Sheet) per la descrizione di un GQM sono uno strumento operativo per migliorare la leggibilità e tracciare esplicitamente il monitoraggio e il monitoraggio continuo GQM/QIP
- Le tavole di decisione per la interpretazione che sarà trattato nel prossimo capitolo

Per ogni goal viene definito il proprio fogli metrico, il quale sarà composto da quattro quadranti più una prima riga riassuntiva della definizione del goal.

I quattro quadranti sono caratterizzati come segue:

Goal					
Oggetto dello studio	Scopo	Prospettiva	Punto di vista	Contesto	
Quality Focus []			Variation Factors []		
E' il quadrante in alto a sinistra e contiene i quesiti definiti nella sezione modello primario delle qualità d'interesse del goal, e le relative metriche. Sono inserite solo le metriche che permettono quantitativamente di misurarlo.			E' il quadrante in alto a destra e contiene i quesiti definiti nelle sezioni conformità dell'uso e ai requisiti del processo nella caratterizzazione del processo e le relative metriche.		
Baselines Hypothesis []			Baselines Impacts		
E' il quadrante in basso a sinistra e contiene i quesiti definiti nelle sezioni modello di conferma e modello di validità delle qualità d'interesse del goal, e le relative metriche che fungono da strumento di confronto per le corrispondenti metriche del modello primario, specificate nel quadrante dei quality focus. In questa sezione bisogna specificare la relazione che intercorre tra i due tipi di misura indicando gli intervalli di successo entro i quali il processo ha raggiunto l'obiettivo di qualità e la sogli di insuccesso al di sotto del quale il processo è rigettato.			E' il quadrante in basso a destra e descrive la relazione tra i variation factors e le metriche del quality focus, si specifica per se al variare di ciascun fattore si osservano dei miglioramenti sui quality focus. Le baseline Impacts dovrebbero essere tutte tracciabili con almeno una baselines hypotesys		

Tabella 17 template di definizione di un foglio metrico

fogli metrici consentono inoltre di verificare un GQM circa le ipotesi su cui si basa il modello di qualità, sia rispetto al dominio di conoscenza sia rispetto all'utilizzatore ed al progetto (Baseline Hypothesis) e inoltre i parametri indipendenti del modello che possono essere gestiti per migliorare il modello (Variation Factor).

Di seguito la definizione dei fogli metrici per i goal 1, 2, 3 e 4.

Goal 1				
Oggetto dello studio	Scopo	Prospettiva	Punto di vista	Contesto
processo di "Pianificazione dei casi di Test di Unità"	Valutarlo	Efficienza	Sviluppatore	Processo di Testing
Quality Focus [Q1.7 , Q1.8, Q1.9]			Variation Factors [Q1.1, Q1.2, Q1.3, Q1.4, Q1.5, Q1.6]	
M1.7.3 (StTPianCTU) Numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità			VF1.1 (TecnTestU) Tecniche di testing per la pianificazione dei test di unità	
M1.8.3 (%TPianCTU) Percentuale di tempo dedicata alla pianificazione dei test di unità			VF1.2 (ToolsUtilU) Tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità	
M1.9.2 (StNumCTU) Numero standardizzato di casi di test di unità pianificati			VF1.3 (%PersExpTest) Percentuale di persone del team esperte di testing	
			VF1.4 (%PersExpTecUtilU) Percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate	
			VF1.5 (%PersExpToolsUtilU) Percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei test di unità utilizzati	
			VF1.6 (%PersExpDomApp) Percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo	
Baselines Hypothesis [Q1.10, Q1.11, Q1.12]			Baselines Impacts	
BH1.1: $M1.9.2 \geq M1.10.1$			BI1.1: Migliorare le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità (effort assoluto)	
BH1.2: $M1.7.3 \leq M1.11.1$			BI1.2: Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità. (effort assoluto)	
BH1.3: $M1.12.1 - 10\% \leq M1.8.3 \leq M1.12.1 + 10\%$			BI1.3: Aumentare la percentuale di	

	<p>persone del team esperte di testing, permette di bilanciare l'effort per la pianificazione del test di integrazione con l'effort per la pianificazione del test di unità. (effort relativo)</p> <p>BI1.4: Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei casi di test di unità utilizzate, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità. (effort assoluto)</p> <p>BI1.5: Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei casi di test utilizzati, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità (effort assoluto)</p> <p>BI1.6: Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo, aumenta il numero standardizzato di casi di test di unità pianificati</p>
--	--

Tabella 18 foglio metrico relativo al goal 1

Goal 2					
Oggetto dello studio	Scopo	Prospettiva	Punto di vista	Contesto	
processo di "Pianificazione dei casi di Test di Integrazione"	valutarlo	efficienza	sviluppatore	Processo di Testing	
Quality Focus [Q2.5, Q2.6, Q2.7]			Variation Factors [Q2.1, Q2.2, Q1.3, Q2.3, Q2.4, Q1.6]		
M2.5.2 (StTPianCTI) Numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione			VF1.1 (TecnTestI) Tecniche di pianificazione dei test d'integrazione		
M2.6.1 (%TPianCTI) Percentuale di tempo dedicata alla pianificazione dei test di integrazione			VF1.2 (ToolsUtile) Tool utilizzati per la pianificazione dei test d'integrazione		
M2.7.1 (StNumCTI) Numero standardizzato di casi di test di integrazione pianificati			VF1.3 (%PersExpTest) Percentuale di persone del team esperte di testing		
			VF1.4 (%PersExpTecUtile) Percentuale di persone del team esperte delle tecniche per la pianificazione dei test d'integrazione utilizzate		
			VF1.5 (%PersExpToolsUtile) Percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione utilizzati		
			VF1.6 (%PersExpDomApp) Percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		
Baselines Hypothesis [Q2.8, Q2.9, Q2.10]			Baselines Impacts		
BH2.1: $M2.7.1 \geq M2.8.1$			BI2.1: Migliorare le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di integrazione, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione (effort assoluto)		
BH2.2: $M2.5.2 \leq M2.9.1$			BI2.2: Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di integrazione, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di		
BH2.3: $M2.10.1 - 10\% \leq M2.6.1 \leq M2.10.1 + 10\%$					

	<p>integrazione. (effort assoluto)</p> <p>BI2.3: Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing, permette di bilanciare l'effort per la pianificazione del test di integrazione con l'effort per la pianificazione del test di unità. (effort relativo)</p> <p>BI2.4: Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei casi di test di integrazione utilizzate, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione. (effort assoluto)</p> <p>BI2.5: Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei casi di test utilizzati, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione (effort assoluto)</p> <p>BI2.6: Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo, aumenta il numero standardizzato di casi di test di integrazione pianificati</p>
--	--

Tabella 19 foglio metrico relativo al goal 2

Goal 3					
Oggetto dello studio	Scopo	Prospettiva	Punto di vista	Contesto	
processo di "Esecuzione casi di Test di Unità"	valutarlo	efficienza	sviluppatore	Processo di Testing	
Quality Focus [Q3.4 , Q3.5, Q3.6]			Variation Factors [Q3.1, Q1.3, Q3.2, Q3.3]		
M3.4.3 (StTEsecCTU) Numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità			VF3.1 (ToolsEsecTestU) Tool utilizzati per l'esecuzione test di unità		
M3.5.3 (%TEsecCTU) Percentuale di tempo dedicata all'esecuzione dei test di unità			VF1.3 (%PersExpTest) Percentuale di persone del team esperte di testing		
M3.6.2 (%CTUPos) Percentuale di casi di test di unità positivi			VF3.2 (%PersExpToolsUtilEsecTU) Percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità		
			VF3.3 (StLOCStubFitzU) Dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità fittizi utilizzati		
Baselines Hypothesis [Q3.7, Q3.8, Q3.9]			Baselines Impacts		
BH3.1: $M3.6.2 \geq M3.7.1$			BI3.1: Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione di test di unità, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità. (effort assoluto)		
BH3.2: $M3.4.3 \leq M3.8.1$			BI3.2: Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing, permette di bilanciare l'effort per l'esecuzione del test di integrazione con l'effort per l'esecuzione del test di unità. (effort relativo)		
BH3.3: $M3.9.1 - 10\% \leq M3.5.3 \leq M3.9.1 + 10\%$			BI3.3: Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità. (effort assoluto)		
			BI3.4: Aumentare la dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità		

	fittizi utilizzati aumenta la percentuale di casi di test di unità positivi
--	---

Tabella 20 foglio metrico relativo al goal 3

Nella baseline impact BI3.4 si nota che l'aumento della dimensione standardizzata in LOC degli stub faccia aumentare la percentuale di casi di test di unità positivi, poiché un maggior numero di linee di codice implica una maggiore accuratezza degli stub fittizi, che meglio simulano le classi reali del sistema.

Tuttavia è necessario tener presente che l'aumento della dimensione degli stub possa influire sull'effort necessario per l'esecuzione dei test di unità. Bisognerà quindi verificare mediante un'accurata analisi costi/benefici se sia più opportuno aumentare la grandezza degli stub fittizi a discapito dell'effort per l'esecuzione o piuttosto il contrario.

Goal 4					
Oggetto dello studio	Scopo	Prospettiva	Punto di vista	Contesto	
processo di "Esecuzione casi di Test di Integrazione"	valutarlo	efficienza	sviluppatore	Processo di Testing	
Quality Focus [Q4.4, Q4.5, Q4.6]			Variation Factors [Q4.1, Q1.3, Q4.2 Q4.3]		
M4.4.3 (StTEsecCTI) Numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione			VF3.1 (ToolsEsecTestI) Tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità		
M4.5.1 (%TEsecCTI) Percentuale di tempo dedicata all'esecuzione dei test di integrazione			VF1.3 (%PersExpTest) Percentuale di persone del team esperte di testing		
M4.6.2 (%CTIPos) Percentuale di casi di test di integrazione positivi			VF4.1 (%PersExpToolsUtilEsecTI) Percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di integrazione		
			VF4.2 (StLOCStubFitI) Dimensione standardizzata in LOC degli stub di integrazione fittizi utilizzati		
Baselines Hypothesis [Q4.7, Q4.8, Q4.9]			Baselines Impacts		
BH4.1: $M4.6.2 \geq M4.7.1$			BI4.1: Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione di test di integrazione, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione. (effort assoluto)		
BH4.2: $M4.4.3 \leq M4.8.1$					
BH4.3: $M4.9.1 - 10\% \leq M4.5.1 \leq M4.9.1 + 10\%$					

	<p>BI4.2: Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing, permette di bilanciare l'effort per l'esecuzione del test di integrazione con l'effort per l'esecuzione del test di unità. (effort relativo)</p> <p>BI4.3: Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati, diminuisce il numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione. (effort assoluto)</p> <p>BI4.4: Aumentare la dimensione standardizzata in LOC degli stub di integrazione fittizi utilizzati aumenta la percentuale di casi di test di integrazione positivi</p>
--	---

Tabella 21 foglio metrico relativo al goal 4

Come nel goal precedente, anche nel goal 4 relativamente alla baseline Impact BI4.4 è necessaria un'analisi costi/ benefici per decidere se sia meglio aumentare la dimensione degli stub d'integrazione per aumentare la percentuale di casi di test d'integrazione positivi a discapito dell'effort assoluto per l'esecuzione dei casi di test d'integrazione o viceversa.

Piano di misurazione:

Nel piano di misurazione sono state descritte nel dettaglio tutte le metriche utilizzate mediante il seguente template:

Codice metrica Nome metrica	
Definizione:	
Tipo Metrica:	
Tipo Scala:	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: • Quando misura: 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura:

Tabella 22 template di definizione della metrica

Nel campo tipo metrica bisognerà specificare il tipo della metrica. Si distinguono :

- **Soggettiva:** se il valore della misura dipende dal suo misuratore
- **Oggettiva:** se il valore della misura è indipendente dal suo misuratore

Nel campo Tipo scala bisognerà specificare il tipo della scala di misurazione in conformità al tipo della metrica utilizzato.

Le misure **Soggettive** hanno, normalmente due tipi di scale dei valori:

- **Nominale:** Rileva l'attributo dell'entità solo in un nome o simbolo. Questo rilevamento può essere visto come classificazione di entità in accordo all'attributo. Ogni valore della scala rappresenta una classe o categoria. Non vi è ordinamento tra i valori e non vi è significato di grandezza associato a ogni classe
- **Ordinale:** oltre ad essere nominale , la scala ordinale esprime un ordine tra tutti i possibili valori dell'osservabile . (Esempi di criteri di ordinamento sono "maggiore di", "minore di" e "più complesso") I valori esprimono solo un punteggio, una posizione nell'ordinamento, pertanto non ha senso applicare su essi gli operatori aritmetici

Le misure **Oggettive** hanno, normalmente altri tre tipi di scale:

- **Intervallo:** è usata quando la differenza tra due misure è significativa, ma non il valore stesso. Questo tipo di scala ordina i valori allo stesso modo della scala ordinale ma è presente una nozione di "distanza relativa" tra due entità. Ai valori di questa scala sono applicabili somma e sottrazione; non hanno senso la moltiplicazioni e la divisione.
- **Ratio:** Se esiste un valore zero significativo e il rapporto tra due misure è significativo, può essere usata una scala ratio. Caratteristiche fondamentali di questa scala sono la presenza

dell'elemento zero e il fatto che il valore della misura, a partire da zero, deve aumentare di intervalli uguali, detti unità della misura. Tutte le operazioni aritmetiche sono significative

- **Assoluta** :consiste nel numero di elementi distinti ed indivisibili in un insieme osservabile. C'è solo una possibile misura rilevabile

M1.1.1 TecTestU	
Definizione: Tecniche di testing utilizzate nel processo di pianificazione dei test di unità	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: osserva ed elenca quali sono le tecniche utilizzate nel processo di pianificazione dei test di unità definito

Tabella 23 definizione metrica M1.1.1 TecTestU

M1.2.1 ToolsUtilU	
Definizione: Tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test di unità	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: osserva ed elenca quali sono i tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test di unità definito

Tabella 24 definizione metrica M1.2.1 ToolsUtilU

M1.3.1 ExpTest	
Definizione: La metrica <i>esperienza relativa al testing di un individuo del team</i> riporta il livello di esperienza, relativamente all'esecuzione in un processo di test, di un individuo del team.	
Tipo Metrica: Soggettiva	
Tipo Scala: Ordinale	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario definire, per ogni persona coinvolta nell'esecuzione del processo, l'esperienza maturata rispetto all'esecuzione di un qualsiasi altro processo di test, scegliendo uno dei valori

	assegnati: ✓ <i>nessuna</i> : la persona non ha alcuna conoscenza di un processo di test; ✓ <i>mediocre</i> : la persona ha ricevuto una formazione sul processo, ma non ha mai partecipato all'esecuzione di un processo; ✓ <i>sufficiente</i> : la persona ha ricevuto una formazione sul processo e ha partecipato ad almeno un progetto; ✓ <i>buona</i> : la persona ha ricevuto una formazione sul processo e ha partecipato a molti progetti.
--	---

Tabella 25 definizione metrica M1.3.1 ExpTest

M1.4.1 ConTecUtilU	
Definizione: La metrica <i>conoscenza di un individuo del team circa le tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate</i> riporta il livello di conoscenza, relativamente alle tecniche di pianificazione dei test di unità, di un individuo del team.	
Tipo Metrica: Soggettiva	
Tipo Scala: Ordinale	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di esperienza nelle tecniche di pianificazione dei test di unità, scegliendo uno dei valori assegnati: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nessuna</i>: l'individuo non ha nessuna conoscenza nelle tecniche e quindi non ha nessuna esperienza; • <i>Scarsa</i>: l'individuo ha solamente letto dei manuali, circa le tecniche; • <i>Bassa</i>: l'individuo ha solamente avuto un corso di addestramento sulle tecniche utilizzate nel nostro processo; • <i>Media</i>: l'individuo ha partecipato ad uno/due progetti precedenti nei quali si utilizzavano le tecniche del nostro processo; • <i>Alta</i>: l'individuo ha partecipato a più di due progetti precedenti nei quali si utilizzavano le tecniche del nostro processo.

Tabella 26 definizione metrica M1.4.1 ConTecUtilU

M1.5.1 ConToolUtilU	
<p>Definizione: La metrica <i>conoscenza di un individuo del team circa i tool utilizzati per il processo di pianificazione dei test di unità</i> riporta il livello di conoscenza, relativamente ai tool di pianificazione dei test di unità, di un individuo del team.</p>	
<p>Tipo Metrica: Soggettiva</p>	
<p>Tipo Scala: Ordinale</p>	
<p>Linee Guida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<p>Specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di esperienza nei tool di pianificazione dei test di unità, scegliendo uno dei valori assegnati: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nessuna:</i> l'individuo non ha nessuna conoscenza dei tool e quindi non ha nessuna esperienza; • <i>Scarsa:</i> l'individuo ha solamente letto dei manuali, circa i tool; • <i>Bassa:</i> l'individuo ha solamente avuto un corso di addestramento sui tool utilizzati nel nostro processo; • <i>Media:</i> l'individuo ha partecipato ad uno/due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool del nostro processo; • <i>Alta:</i> l'individuo ha partecipato a più di due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool del nostro processo.

Tabella 27 definizione metrica M1.5.1 ConToolUtilU

M1.6.1 ConDomAppl	
<p>Definizione: La metrica <i>conoscenza di un individuo del team del dominio applicativo</i> riporta il livello di conoscenza di un individuo del team, relativamente al dominio applicativo del sistema software da testare.</p>	
<p>Tipo Metrica: Soggettiva</p>	
<p>Tipo Scala: Ordinale</p>	
<p>Linee Guida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<p>Specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di conoscenza del dominio applicativo, scegliendo uno dei valori assegnati: <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Nessuna:</i> l'individuo non ha lavorato a nessun progetto con simile dominio applicativo; ✓ <i>Bassa:</i> l'individuo ha lavorato solamente ad

	uno o due progetti con simile dominio applicativo; ✓ <i>Buona</i> : l'individuo ha lavorato a più di due progetti con simile dominio applicativo.
--	--

Tabella 28 definizione metrica M1.6.1 ConDomAppl

M1.7.1TPianCTU	
Definizione: La metrica <i>costo ore/uomo speso "pianificazione test d'unità"</i> riporta il tempo espresso in ore uomo dedicato all'esecuzione della fase "Pianificazione test d'unità"	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> Chi misura: valutatore del processo di testing Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> Come misura: per valutare tale metrica è necessario eseguire la seguente procedura: il soggetto addetto alla valutazione della metrica ritira, da ogni persona coinvolta nella fase di pianificazione, il modulo "<i>RegistroTempoImpiegato</i>" (indicato in appendice) e calcola il tempo totale in ore uomo impiegato per eseguire la suddetta fase. Tale calcolo consiste nella somma del tempo utilizzato per la pianificazione dei test d'unità (<i>PTU</i>) riportato in ogni modulo.

Tabella 29 definizione metrica M1.7.1TPianCTU

M1.7.2NumCTU	
Definizione: La metrica <i>numero di casi di test d'unità</i> riporta il numero di casi di test d'unità prodotti durante la fase di pianificazione dei casi di test.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> Chi misura: valutatore del processo di testing Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> Come misura: per valutare tale metrica è necessario contare il numero totale casi di test d'unità esaminando il manufatto "<i>Piano dei casi di Test d'Unità</i>".

Tabella 30 definizione metrica M1.7.2NumCTU

M1.8.1TPianCTI	
<p>Definizione: La metrica <i>costo ore/uomo speso "pianificazione test d'integrazione"</i> riporta il tempo espresso in ore uomo dedicato all'esecuzione della fase "Pianificazione test d'integrazione"</p>	
<p>Tipo Metrica: Oggettiva</p>	
<p>Tipo Scala: Ratio</p>	
<p>Linee Guida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<p>Specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario eseguire la seguente procedura: il soggetto addetto alla valutazione della metrica ritira, da ogni persona coinvolta nella fase di pianificazione, il modulo "RegistroTempoImpiegato" (indicato in appendice) e calcola il tempo totale in ore uomo impiegato per eseguire la suddetta fase. Tale calcolo consiste nella somma del tempo utilizzato per la pianificazione dei test d'integrazione (<i>PTI</i>) riportato in ogni modulo.

Tabella 31 definizione metrica M1.8.1TPianCTI

M1.9.1 NumClas	
<p>Definizione: La metrica <i>numero classi del sistema</i> riporta il numero di classi che compongono il sistema software da testare.</p>	
<p>Tipo Metrica: Oggettiva</p>	
<p>Tipo Scala: Assoluta</p>	
<p>Linee Guida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<p>Specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare il numero totale delle classi del sistema osservando il suo modello progettuale.

Tabella 32 definizione metrica M1.9.1 NumClas

M1.10.1 QuaCTUA	
<p>Definizione: La metrica <i>quantità di casi di test di unità prodotti per le classi del sistema in altri processi</i> riporta un valore che indica il numero di casi di test di unità che, in processi analoghi, sono pianificati per una classe del sistema.</p>	
<p>Tipo Metrica: Oggettiva</p>	
<p>Tipo Scala: Assoluta</p>	
<p>Linee Guida</p>	<p>Specifiche</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare, tramite indagini su web, il numero di casi di test di unità che, in processi analoghi, sono pianificati per una classe del sistema.
--	--

Tabella 33 definizione metrica M1.10.1 QuaCTUA

M1.11.1 StPianCTUA	
Definizione: La metrica <i>ore uomo standardizzate per pianificare un caso di test di unità in altri processi</i> riporta le ore uomo che, secondo la letteratura sono necessarie per pianificare un caso di test di unità.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare dalla letteratura, il numero riporta delle ore uomo necessarie per pianificare un caso di test di unità.

Tabella 34 definizione metrica M1.11.1 StPianCTUA

M1.12.1 %TPianCTUlett	
Definizione: La metrica <i>peso che in percentuale deve avere lo sforzo per la pianificazione dei casi di Test d'unità secondo la letteratura</i> riporta il valore percentuale dello sforzo per la pianificazione dei casi di test d'unità rispetto alla letteratura disponibile.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore indichi la percentuale di sforzo per la pianificazione dei casi di test d'unità dopo aver preso visione della letteratura.

Tabella 35 definizione metrica M1.12.1 %TPianCTUlett

M2.1.1 TecnTestI	
Definizione: Tecniche di testing per la pianificazione dei test d'integrazione	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: osserva ed elenca quali sono le

<ul style="list-style-type: none"> • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	tecniche utilizzate nel processo di pianificazione dei test d'integrazione definito
---	---

Tabella 36 definizione metrica M2.1.1 TecnTestI

M2.2.1 ToolsUtilI	
Definizione: Tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test d'integrazione	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: osserva ed elenca quali sono i tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test d'integrazione definito

Tabella 37 definizione metrica M2.2.1 ToolsUtilI

M2.3.1 ConTecUtilI	
Definizione: La metrica <i>conoscenza di un individuo del team circa le tecniche di testing utilizzate</i> riporta il livello di conoscenza, relativamente alle tecniche di testing, di un individuo del team.	
Tipo Metrica: Soggettiva	
Tipo Scala: Ordinale	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di esperienza nelle tecniche di testing, scegliendo uno dei valori assegnati: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Nessuna:</i> l'individuo non ha nessuna conoscenza nelle tecniche e quindi non ha nessuna esperienza; • <i>Scarsa:</i> l'individuo ha solamente letto dei manuali, circa le tecniche di testing; • <i>Bassa:</i> l'individuo ha solamente avuto un corso di addestramento sulle tecniche utilizzate nel nostro processo; • <i>Media:</i> l'individuo ha partecipato ad uno/due progetti precedenti nei quali si utilizzavano le tecniche di testing del nostro processo; • <i>Alta:</i> l'individuo ha partecipato a più di due progetti precedenti nei quali si utilizzavano le tecniche di testing del nostro processo.

Tabella 38 definizione metrica M2.3.1 ConTecUtilI

M2.4.1 ConToolUtili

Definizione: La metrica *conoscenza di un individuo del team circa i tool utilizzati per il processo di pianificazione dei test d'integrazione* riporta il livello di conoscenza, relativamente ai tool pianificazione dei test d'integrazione, di un individuo del team.

Tipo Metrica: Soggettiva

Tipo Scala: Ordinale

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** prima dell'esecuzione del processo di testing

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di esperienza nei tool di pianificazione dei test d'integrazione, scegliendo uno dei valori assegnati:
 - *Nessuna:* l'individuo non ha nessuna conoscenza dei tool e quindi non ha nessuna esperienza;
 - *Scarsa:* l'individuo ha solamente letto dei manuali, circa i tool;
 - *Bassa:* l'individuo ha solamente avuto un corso di addestramento sui tool utilizzati nel nostro processo;
 - *Media:* l'individuo ha partecipato ad uno/due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool del nostro processo;
 - *Alta:* l'individuo ha partecipato a più di due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool del nostro processo.

Tabella 39 descrizione metrica M2.4.1 ConToolUtili

M2.5.1 NumCTI

Definizione: La metrica *numero di casi di test d'integrazione* riporta il numero di casi di test d'integrazione prodotti durante la fase di pianificazione dei casi di test.

Tipo Metrica: Oggettiva

Tipo Scala: Assoluta

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** prima dell'esecuzione del processo di testing

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario contare il numero totale casi di test d'integrazione esaminando il manufatto "*Piano dei casi di test d'integrazione*".

Tabella 40 definizione metrica M2.4.1 ConToolUtili

M2.8.1 QuaCTIA

Definizione: La metrica <i>quantità di casi di test di integrazione prodotti per le classi del sistema in altri processi</i> riporta un valore che indica il numero di casi di test di integrazione che, in processi analoghi, sono pianificati per una classe del sistema.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare, tramite indagini su web, il numero di casi di test di integrazione che, in processi analoghi, sono pianificati per una classe del sistema.

Tabella 41 definizione metrica M2.8.1 QuaCTIA

M2.9.1 StPianCTIA	
Definizione: La metrica <i>ore uomo standardizzate per pianificare un caso di test di integrazione in altri processi</i> riporta le ore uomo che, secondo la letteratura sono necessarie per pianificare un caso di test di integrazione.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare dalla letteratura, il numero riporta delle ore uomo necessarie per pianificare un caso di test di integrazione.

Tabella 42 definizione metrica M2.9.1 StPianCTIA

M2.10.1 %TPianCTILett	
Definizione: La metrica <i>peso che in percentuale deve avere lo sforzo per la pianificazione dei casi di test d'integrazione secondo la letteratura</i> riporta il valore percentuale dello sforzo per la pianificazione dei casi di test d'integrazione rispetto alla letteratura disponibile.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore indichi la percentuale di sforzo per la pianificazione dei casi di integrazione dopo aver preso visione della letteratura.

Tabella 43 definizione metrica M2.10.1 %TPianCTILett

M3.1.1 ToolsEsecTestU	
Definizione: La metrica <i>Utilizzo di Tool per eseguire test di unità</i> indica se durante l'esecuzione dei test di unità sono stati utilizzati particolari strumenti.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore indichi quali tool sono stati utilizzati durante l'esecuzione dei test di unità.

Tabella 44 definizione metrica M3.1.1 ToolsEsecTestU

M3.2.1 ConToolsUtilEsecTU	
Definizione: La metrica <i>conoscenza di un individuo del team circa i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità</i> riporta il livello di conoscenza, relativamente ai tool per l'esecuzione dei test di unità, di un individuo del team.	
Tipo Metrica: Soggettiva	
Tipo Scala: Ordinale	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di esperienza nei tool di esecuzione dei test di unità, scegliendo uno dei valori assegnati: <ul style="list-style-type: none"> ✓ <i>Nessuna:</i> l'individuo non ha nessuna conoscenza dei tool e quindi non ha nessuna esperienza; ✓ <i>Scarsa:</i> l'individuo ha solamente letto dei manuali, circa i tool di test di unità; ✓ <i>Bassa:</i> l'individuo ha solamente avuto un corso di addestramento sui tool utilizzati nel nostro processo; ✓ <i>Media:</i> l'individuo ha partecipato ad uno/due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool di test di unità del nostro processo; ✓ <i>Alta:</i> l'individuo ha partecipato a più di due progetti precedenti nei quali si

	utilizzavano i tool di test di unità del nostro processo.
--	---

Tabella 45 definizione metrica M3.2.1 ConToolsUtilEsecTU

M3.3.1 LOCStubFitzU	
Definizione: La metrica <i>Dimensione in LOC degli Stub di unità fittizi utilizzati</i> indica il numero di linee di codice prodotte per gli stub di unità fittizi.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima della fase di esecuzione dei casi di test 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore effettui il conteggio delle righe di codice che costituiscono tutti gli stub di unità fittizi utilizzati durante l'esecuzione dei casi di test.

Tabella 46 definizione metrica M3.3.1 LOCStubFitzU

M3.3.2 NClasStubFitzU	
Definizione: La metrica <i>Numero classi simulate da Stub di unità fittizi</i> indica il numero di classi che, durante l'esecuzione dei casi di test di unità, sono state simulate da stub di unità fittizi.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima della fase di esecuzione dei casi di test 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore effettui il conteggio degli stub di unità fittizi utilizzati per l'esecuzione di ogni caso di test.

Tabella 47 descrizione metrica M3.3.2 NClasStubFitzU

M3.4.1 TEsecCTU	
Definizione: La metrica <i>costo ore/uomo speso "esecuzione test d'unità"</i> riporta il tempo espresso in ore uomo dedicato all'esecuzione della fase "Esecuzione test d'unità"	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: alla fine dell'esecuzione del 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario eseguire la seguente procedura: il soggetto addetto alla valutazione della metrica

processo di testing	ritira, da ogni persona coinvolta nel processo, il modulo <i>“RegistroTempoImpiegato”</i> (indicato in appendice) e calcola il tempo totale in ore uomo impiegato per eseguire la suddetta sotto-fase della pianificazione. Tale calcolo consiste nella somma del tempo utilizzato per l’esecuzione dei test di unità (ETU) riportato in ogni modulo.
---------------------	---

Tabella 48 descrizione metrica M3.4.1 TEsecCTU

M3.4.2 NumCTUEsec	
Definizione: La metrica <i>numero di casi di test d’unità eseguiti</i> riporta il numero di casi di test d’unità eseguiti durante la fase di esecuzione dei casi di test.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima dell’esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario contare il numero totale casi di test d’unità eseguiti esaminando il manufatto <i>“Pianificazione dei casi di Test d’Unità”</i>.

Tabella 49 descrizione metrica M3.4.2 NumCTUEsec

M3.5.1 TEsecCTI	
Definizione: La metrica <i>costo ore/uomo speso “esecuzione test di integrazione”</i> riporta il tempo espresso in ore uomo dedicato all’esecuzione della fase <i>“Esecuzione test di integrazione”</i>	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: alla fine dell’esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario eseguire la seguente procedura: il soggetto addetto alla valutazione della metrica ritira, da ogni persona coinvolta nel processo, il modulo <i>“RegistroTempoImpiegato”</i> (indicato in appendice) e calcola il tempo totale in ore uomo impiegato per eseguire la suddetta sotto-fase della pianificazione. Tale calcolo consiste nella somma del tempo utilizzato per l’esecuzione dei test di integrazione (ETI) riportato in ogni modulo.

Tabella 50 descrizione metrica M3.5.1 TEsecCTI

M3.6.1 NumCTUPos

Definizione: La metrica *numero di casi di test d'unità positivi* riporta il numero di casi di test d'unità positivi rilevati durante la fase di esecuzione dei casi di test.

Tipo Metrica: Oggettiva

Tipo Scala: Assoluta

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** dopo l'esecuzione della fase "Esecuzione dei casi di test"

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario contare il numero totale casi di test d'unità positivi esaminando il manufatto "Report Casi di Test d'Unità positivi".

Tabella 51 descrizione metrica M3.6.1 NumCTUPos

M3.7.1 %CTUPosA

Definizione: La metrica *casi di test di unità positivi in altri progetti simili* riporta un valore che indica il numero di casi di test di unità positivi che, in processi analoghi, sono stati rilevati durante la fase di esecuzione dei casi di test.

Tipo Metrica: Oggettiva

Tipo Scala: Assoluta

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** prima di iniziare ad eseguire il processo di testing

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario rilevare, tramite indagini su web, il numero di casi di test di unità positivi che, in processi analoghi, sono stati rilevati.

Tabella 52 descrizione metrica M3.7.1 %CTUPosA

M3.8.1 StTEsecCTUA

Definizione: La metrica *numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità in altri processi* riporta un valore che indica il numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità, in processi analoghi.

Tipo Metrica: Oggettiva

Tipo Scala: Assoluta

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** prima di iniziare ad eseguire il processo.

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario rilevare dalla letteratura, il numero standardizzato delle ore uomo necessarie per eseguire un caso di test di unità.

Tabella 53 descrizione metrica M3.8.1 StTEsecCTUA

M3.9.1 %TEsecCTUlett

Definizione: La metrica *peso che in percentuale deve avere lo sforzo per l'esecuzione dei casi di Test d'unità secondo la letteratura* riporta il valore percentuale dello sforzo per l'esecuzione dei casi di test d'unità rispetto alla letteratura disponibile

Tipo Metrica: Oggettiva

Tipo Scala: Ratio

Linee Guida

- **Chi misura :** valutatore del processo di testing
- **Quando misura :** Prima dell'esecuzione del processo di testing

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario che il valutatore indichi la percentuale di sforzo per la esecuzione dei casi di test d'unità dopo aver preso visione della letteratura.

Tabella 54 descrizione metrica **M3.9.1 %TEsecCTUlett**

M4.1.1 ToolsEsecTestI

Definizione: La metrica *Utilizzo di Tool per eseguire test d'integrazione* indica se durante l'esecuzione dei test d'integrazione sono stati utilizzati particolari strumenti.

Tipo Metrica: Oggettiva

Tipo Scala: Assoluta

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** prima dell'esecuzione del processo di testing

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario che il valutatore indichi quali tool sono stati utilizzati durante l'esecuzione dei test d'integrazione.

Tabella 55 descrizione metrica **M4.1.1 ToolsEsecTestI**

M4.2.1 ConToolsUtilEsecTI

Definizione: La metrica *conoscenza di un individuo del team circa i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di integrazione* riporta il livello di conoscenza, relativamente ai tool per l'esecuzione dei test di integrazione, di un individuo del team.

Tipo Metrica: Soggettiva

Tipo Scala: Ordinale

Linee Guida

- **Chi misura:** valutatore del processo di testing
- **Quando misura:** Prima dell'esecuzione del processo di testing

Specifiche

- **Come misura:** per valutare tale metrica è necessario definire per ogni persona coinvolta nel processo, il livello di esperienza nei tool di esecuzione dei test di integrazione, scegliendo uno dei valori assegnati:

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nessuna</i>: l'individuo non ha nessuna conoscenza dei tool e quindi non ha nessuna esperienza; • <i>Scarsa</i>: l'individuo ha solamente letto dei manuali, circa i tool di test di integrazione; • <i>Bassa</i>: l'individuo ha solamente avuto un corso di addestramento sui tool utilizzati nel nostro processo; • <i>Media</i>: l'individuo ha partecipato ad uno/due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool di test di integrazione del nostro processo; • <i>Alta</i>: l'individuo ha partecipato a più di due progetti precedenti nei quali si utilizzavano i tool di test di integrazione del nostro processo.
--	--

Tabella 56 descrizione metrica M4.2.1 ConToolsUtilEsecTI

M4.3.1 LOCStubFitzI	
Definizione: La metrica <i>Dimensione in LOC degli Stub di integrazione fittizi utilizzati</i> indica il numero di linee di codice prodotte per gli stub di integrazione fittizi.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima della fase di esecuzione dei casi di test. 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore effettui il conteggio delle righe di codice che costituiscono tutti gli stub di integrazione fittizi utilizzati durante l'esecuzione dei casi di test.

Tabella 57 descrizione metrica M4.3.1 LOCStubFitzI

M4.3.2 NClasStubFitzI	
Definizione: La metrica <i>Numero classi simulate da Stub di integrazione fittizi</i> indica il numero di classi che, durante l'esecuzione dei casi di test di integrazione, sono state simulate da stub di integrazione fittizi.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima della fase di esecuzione dei casi di test. 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore effettui il conteggio degli stub di integrazione fittizi utilizzati per l'esecuzione di ogni caso di test.

Tabella 58 descrizione metrica M4.3.2 NClasStubFitzI

M4.4.2 NumCTIEsec	
Definizione: La metrica <i>numero di casi di test di integrazione eseguiti</i> riporta il numero di casi di test di	

integrazione eseguiti durante la fase di esecuzione dei casi di test.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scal : Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: Prima dell'esecuzione del processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: Per valutare tale metrica è necessario contare il numero totale casi di test di integrazione eseguiti esaminando il manufatto "<i>Pianificazione dei casi di Test di integrazione</i>".

Tabella 59 descrizione metrica M4.4.2 NumCTIEsec

M4.6.1 NumCTIPos	
Definizione: La metrica <i>numero di casi di test di integrazione positivi</i> riporta il numero di casi di test di integrazione positivi rilevati durante la fase di esecuzione dei casi di test.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: dopo l'esecuzione della fase "Esecuzione dei casi di test" 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario contare il numero totale casi di test di integrazione positivi esaminando il manufatto "<i>Report Casi di Test di integrazione positivi</i>".

Tabella 60 descrizione metrica M4.6.1 NumCTIPos

M4.7.1 %CTIPosA	
Definizione: La metrica <i>casi di test di integrazione positivi in altri progetti simili</i> riporta un valore che indica il numero di casi di test di integrazione positivi che, in processi analoghi, sono stati rilevati durante la fase di esecuzione dei casi di test.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida <ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima di iniziare ad eseguire il processo di testing 	Specifiche <ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare, tramite indagini su web, il numero di casi di test di integrazione positivi che, in processi analoghi, sono stati rilevati.

Tabella 61 descrizione metrica M4.7.1 %CTIPosA

M4.8.1 StEsecCTIA

Definizione: La metrica <i>numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione in altri processi</i> riporta un valore che indica il numero standardizzato di <i>ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione</i> , in processi analoghi.	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Assoluta	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura: prima di iniziare ad eseguire il processo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario rilevare dalla letteratura, il numero standardizzato delle ore uomo necessarie per eseguire un caso di test di integrazione.

Tabella 62 descrizione metrica M4.8.1 StTEsecCTIA

M4.9.1 %TEsecCTILett	
Definizione: La metrica <i>peso che in percentuale deve avere lo sforzo per l'esecuzione dei casi di Test di integrazione secondo la letteratura</i> riporta il valore percentuale dello sforzo per l'esecuzione dei casi di test di integrazione rispetto alla letteratura disponibile	
Tipo Metrica: Oggettiva	
Tipo Scala: Ratio	
Linee Guida	Specifiche
<ul style="list-style-type: none"> • Chi misura: valutatore del processo di testing • Quando misura : Prima dell'esecuzione del processo di testing 	<ul style="list-style-type: none"> • Come misura: per valutare tale metrica è necessario che il valutatore indichi la percentuale di sforzo per la esecuzione dei casi di test di integrazione dopo aver preso visione della letteratura.

Tabella 63 descrizione metrica M4.9.1 %TEsecCTILett

Modello di calcolo

In questo paragrafo sono dettagliate tutte le metriche calcolate, ovvero il cui valore non può essere osservato direttamente eseguendo il processo, ma è ricavato attraverso modelli che hanno come parametri le misure osservate.

M1.3.2 %DistrExpTest

Definizione: La metrica *distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza del team nell'esecuzione del processo* riporta la distribuzione del livello di esperienza, relativamente all'esecuzione in un processo di test, del team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica *ExpTest* per ogni individuo del team.

per ogni $i \in \{nessuna, mediocre, sufficiente, buona\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\%DistrExpTest = \left(\frac{\#ExpTest_i}{\#ExpTest_b + \dots + \#ExpTest_n} \right) * 100$$

con

- ✓ $\%DistrExpTest_i$ = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza i .
- ✓ $\#ExpTest_i$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza i .
- ✓ $\#ExpTest_n$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ $\#ExpTest_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ $\#ExpTest_s$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\#ExpTest_o$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 64 descrizione metrica M1.3.2 %DistrExpTest

M1.3.3 %PersExpTest

Definizione: La metrica *percentuale di persone esperte del team nell'esecuzione del processo di test* riporta le persone esperte nell'esecuzione in un processo di test in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica *%DistrExpTest*,

$$\%PersExpTest = \%DistrExpTest_b + \%DistrExpTest_s$$

con

- ✓ %DistrExpTest_s = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ %DistrExpTest_b = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 65 descrizione metrica M1.3.3 %PersExpTest

M1.4.2 %DistrConTecUtilU

Definizione: La metrica *distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team, circa le tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate* riporta la distribuzione del livello di conoscenza del team delle tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate nel processo.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica *ConTecUtilU_i* per ogni individuo del team.

Per ogni $i \in \{nessuna, scarsa, bassa, media, alta\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\%DistrConTecUtilU_i = \left(\frac{\#ConTecUtilU_i}{\#ConTecUtilU_n + \dots + \#ConTecUtilU_a} \right) * 100$$

Con

- ✓ %DistrConTecUtilU_i = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza *i*.
- ✓ #ConTecUtilU_i = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *i*.
- ✓ #ConTecUtilU_n = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ #ConTecUtilU_s = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Scarsa*.
- ✓ #ConTecUtilU_b = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ #ConTecUtilU_m = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Media*.
- ✓ #ConTecUtilU_a = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Alta*.

Tabella 66 descrizione metrica M1.4.2 %DistrConTecUtilU

M1.4.3 %PersExpTecUtilU

Definizione: La metrica *percentuale di persone del team esperte delle tecnologie utilizzate nel processori pianificazione dei test di unità* riporta le persone esperte delle tecnologie utilizzate in un processo di pianificazione dei test di unità in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica *%DistrConTecUtilU_i*

$$\%PersExpTecUtilU = \%DistrConTecUtilU_b + \%DistrConTecUtilU_s$$

con

- ✓ $\%DistrConTecUtilU_s$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\%DistrConTecUtilU_b$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 67 descrizione metrica M1.4.3 %PersExpTecUtilU
M1.5.2 %DistrConToolsUtilU

Definizione: La metrica *distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa i tool di pianificazione dei test di unità utilizzati* riporta la distribuzione del livello di conoscenza del team dei tool di pianificazione dei test di unità utilizzati nel processo.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $ConToolsUtilU_i$ per ogni individuo del team.

Per ogni $i \in \{nessuna, bassa, sufficiente, buona\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\%DistrConToolsUtilU = \left(\frac{ConToolsUtilU_i}{\#ConToolsUtilU_n + \dots + \#ConToolsUtilU_b} \right) * 100$$

con

- ✓ $\%DistrConToolsUtilU_i$ = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza *i*.
- ✓ $\#ConToolsUtilU_i$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *i*.
- ✓ $\#ConToolsUtilU_n$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ $\#ConToolsUtilU_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ $\#ConToolsUtilU_s$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\#ConToolsUtilU_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 68 descrizione metrica M1.5.2 %DistrConToolsUtilU
M1.5.3 %PersExpToolsUtilU

Definizione: La metrica *percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test di unità* riporta le persone esperte dei tool utilizzati in un processo di pianificazione dei test di unità in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $\%DistrConToolsUtilU_i$

$$\%PersExpToolsUtilU = \%DistrConToolsUtilU_b + \%DistrConToolsUtilU_s$$

con

- ✓ $\%DistrConToolsUtilU_s$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza

Sufficiente.

- ✓ $\%DistrConToolsUtilU_b$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza Buona.

Tabella 69 descrizione metrica M1.5.3 %PersExpToolsUtilU

M1.6.2 %DistrConDomAppl

Definizione: La metrica *distribuzione in percentuale della conoscenza del team, circa il dominio applicativo* riporta la distribuzione del livello di conoscenza del team del dominio applicativo del sistema software da testare.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $ConDomAppl_i$ per ogni individuo del team.

Per ogni $i \in \{\text{nessuna, bassa, buona}\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\%DistrConDomAppl = \left(\frac{\#ConDomAppl_i}{\#ConDomAppl_n + \dots + \#ConDomAppl_{bu}} \right) * 100$$

con

- ✓ $\%DistrConDomAppl_i$ = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza i .
- ✓ $\#ConDomAppl_i$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza i .
- ✓ $\#ConDomAppl_n$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ $\#ConDomAppl_{ba}$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ $\#ConDomAppl_{bu}$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 70 descrizione metrica M1.6.2 %DistrConDomAppl

M1.6.3 %PersExpDomAppl

Definizione: La metrica *percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo del processo di test* riporta le persone esperte del dominio applicativo del processo di test in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $\%DistrConDomAppl_i$

$$\%PersExpDomAppl = \%DistrConDomAppl_{bu}$$

con

- ✓ $\%DistrConDomAppl_i$ = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza *buona*.

Tabella 71 descrizione metrica M1.6.3 %PersExpDomAppl

M1.7.3 StTPianCTU

Definizione: La metrica *numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità* riporta le ore uomo che, mediamente, sono state necessarie per pianificare un caso di test di unità.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TPianCTU* e *NumCTU*:

$$\text{StTPianCTU} = \text{TPianCTU} / \text{NumCTU}$$

Tabella 72 descrizione metrica M1.7.3 StTPianCTU

M1.8.2 TPianCT

Definizione: La metrica *ore uomo per la pianificazione dei casi di test* riporta il numero di ore impiegate dall'impresa per pianificare i casi di test..

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato sommando i valori individuati nella metriche *TPianCTU* e *TPianCTI*:

$$\text{TPianCT} = \text{TPianCTU} + \text{TPianCTI}$$

Tabella 73 descrizione metrica M1.8.2 TPianCT

M1.8.3 %TPianCTU

Definizione: La metrica *percentuale di tempo dedicata alla pianificazione dei test d'unità* riporta una percentuale che indica il tempo impiegato nella pianificazione, per la pianificazione dei test d'unità.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TPianCTU* e *TPianCT* moltiplicato per cento:

$$\% \text{TPianCTU} = (\text{TPianCTU} / \text{TPianCT}) * 100$$

Tabella 74 descrizione metrica M1.8.3 %TPianCTU

M1.9.2 StNumCTU

Definizione: La metrica *numero standardizzato di casi di test di unità pianificati* riporta un valore che indica il numero di casi di test di unità che, mediamente, sono stati pianificati per una classe del sistema.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *NumCTU* e *NumClas*:

$$\text{StNumCTU} = \text{NumCTU} / \text{NumClas}$$

Tabella 75 descrizione metrica M1.9.2 StNumCTU

M2.3.2 %DistrConTecUtilI

Definizione: La metrica *distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team, circa le tecniche di pianificazione dei test d'integrazione utilizzate* riporta la distribuzione del livello di conoscenza del team delle tecniche di pianificazione dei test d'integrazione utilizzate nel processo.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica *ConTecUtilI_i* per ogni individuo del team.

Per ogni $i \in \{nessuna, scarsa, bassa, media, alta\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\%DistrConTecUtilI_i = \left(\frac{\#ConTecUtilI_i}{\#ConTecUtilI_n + \dots + \#ConTecUtilI_a} \right) * 100$$

Con

- ✓ *%DistrConTecUtilI_i* = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza *i*.
- ✓ *#ConTecUtilI_i* = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *i*.
- ✓ *#ConTecUtilI_n* = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ *#ConTecUtilI_s* = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Scarsa*.
- ✓ *#ConTecUtilI_b* = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ *#ConTecUtilI_m* = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Media*.
- ✓ *#ConTecUtilI_a* = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Alta*.

Tabella 76 descrizione metrica M2.3.2 %DistrConTecUtilI

M2.3.3 %PersExpTecUtilI

Definizione: La metrica *percentuale di persone del team esperte delle tecnologie utilizzate nel processori pianificazione dei test d'integrazione* riporta le persone esperte delle tecnologie utilizzate in un processo di pianificazione dei test d'integrazione in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica *%DistrConTecUtilI_i*

$$\%PersExpTecUtil = \%DistrConTecUtil_b + \%DistrConTecUtil_s$$

con

- ✓ $\%DistrConTecUtil_s$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\%DistrConTecUtil_b$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 77 descrizione metrica M2.3.3 %PersExpTecUtilI

M2.4.2 %DistrConToolsUtilI

Definizione: La metrica *distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team circa i tool di pianificazione dei test d'integrazione utilizzati* riporta la distribuzione del livello di conoscenza del team dei tool di pianificazione dei test d'integrazione utilizzati nel processo.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $ConToolsUtil_i$ per ogni individuo del team.

Per ogni $i \in \{nessuna, bassa, sufficiente, buona\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\%DistrConToolsUtil = \left(\frac{ConToolsUtil_i}{\#ConToolsUtil_n + \dots + \#ConToolsUtil_b} \right) * 100$$

con

- ✓ $\%DistrConToolsUtil_i$ = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza i .
- ✓ $\#ConToolsUtil_i$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza i .
- ✓ $\#ConToolsUtil_n$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ $\#ConToolsUtil_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ $\#ConToolsUtil_s$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\#ConToolsUtil_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 78 descrizione metrica M2.4.2 %DistrConToolsUtilI

M2.4.3 %PersExpToolsUtilU

Definizione: La metrica *percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test d'integrazione* riporta le persone esperte dei tool utilizzati in un processo di pianificazione dei test d'integrazione in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $\%DistrConToolsUtil_i$

$$\%PersExpToolsUtil = \%DistrConToolsUtil_b + \%DistrConToolsUtil_s$$

con

- ✓ $\%DistrConToolsUtil_s$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\%DistrConToolsUtil_b$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 79 descrizione metrica M2.4.3 $\%PersExpToolsUtilU$

M2.5.2 StTPianCTI

Definizione: La metrica *numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione* riporta le ore uomo che, mediamente, sono state necessarie per pianificare un caso di test di integrazione.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TPianCTI* e *NumCTI*:

$$StTPianCTI = TPianCTI / NumCTI$$

Tabella 80 descrizione metrica M2.5.2 StTPianCTI

M2.6.1 %TPianCTI

Definizione: La metrica *percentuale di tempo dedicata alla pianificazione dei test d'integrazione* riporta una percentuale che indica il tempo impiegato nella pianificazione, per la pianificazione dei test d'integrazione.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TPianCTI* e *TPianCT* moltiplicato per cento:

$$\%TPianCTI = (TPianCTI / TPianCT) * 100$$

Tabella 81 descrizione metrica M2.6.1 %TPianCTI

M2.7.1 StNumCTI

Definizione: La metrica *numero standardizzato di casi di test di integrazione pianificati* riporta un valore che indica il numero di casi di test di integrazione che, mediamente, sono stati pianificati per una classe del sistema.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *NumCTI* e *NumClas*:

$$\text{StNumCTI} = \text{NumCTI} / \text{NumClas}$$

Tabella 82 descrizione metrica M2.7.1 StNumCTI
M3.2.2 %DistrConToolsUtilEsecTU

Definizione: La metrica distribuzione in percentuale dei valori della conoscenza del team, circa i tool di esecuzione di test di unità utilizzati riporta la distribuzione del livello di conoscenza del team dei tool di esecuzione di test di unità utilizzati nel processo.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $\text{ConToolsUtilEsecTU}_i$ per ogni individuo del team.

Per ogni $i \in \{\textit{nessuna}, \textit{bassa}, \textit{sufficiente}, \textit{buona}\}$ la distribuzione, in percentuale, dei valori soggettivi d'esperienza

$$\% \text{DistrConToolsUtilEsecTU} = \left(\frac{\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_n}{\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_n + \dots + \# \text{ConToolsUtilEsecTU}_n} \right) * 100$$

- ✓ $\% \text{DistrConToolsUtilEsecTU}_i$ = percentuale di individui del team che ha come valore di esperienza i .
- ✓ $\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_i$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza i .
- ✓ $\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_n$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Nessuna*.
- ✓ $\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Bassa*.
- ✓ $\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_s$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.
- ✓ $\# \text{ConToolsUtilEsecTU}_b$ = numero di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 83 descrizione metrica M3.2.2 %DistrConToolsUtilEsecTU
M3.2.3 %PersExpToolsUtilEsecTU

Definizione: La metrica *percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati nel processo di esecuzione dei test di unità* riporta le persone esperte dei tool utilizzati nell'esecuzione di test di unità in relazione all'intero team.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato a partire dai valori individuati nella metrica $\% \text{DistrConToolsUtilEsecTU}_i$

$$\% \text{PersExpToolsUtilEsecTU} = \% \text{DistrConToolsUtilEsecTU}_b + \% \text{DistrConToolsUtilEsecTU}_s$$

con

$\%DistrConToolsUtilEsecTU_s$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Sufficiente*.

$\%DistrConToolsUtilEsecTU_b$ = percentuale di individui del team che hanno come valore di esperienza *Buona*.

Tabella 84 descrizione metrica M3.2.3 %PersExpToolsUtilEsecTU

M3.3.3 StLOCStubFitzU

Definizione: La metrica *Dimensione standardizzata in LOC degli Stub di unità fittizi utilizzati* riporta la il numero standardizzato (rispetto al numero delle classi simulate dagli stub di unità) di linee di codice di uno stub di unità fittizio.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *LOCStubFitzU* e *NClasStubFitzU*:

$$\text{StLOCStubFitzU} = \text{LOCStubFitzU} / \text{NClasStubFitzU}$$

Tabella 85 descrizione metrica M3.3.3 StLOCStubFitzU

M3.4.3 StTEsecCTU

Definizione: La metrica *numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità* riporta le ore uomo che, mediamente, sono state necessarie per eseguire un caso di test di unità.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TEsecCTU* e *NumCTUEsec*:

$$\text{StTEsecCTU} = \text{TEsecCTU} / \text{NumCTUEsec}$$

Tabella 86 descrizione metrica M3.4.3 StTEsecCTU

M3.5.2 TEsecCT

Definizione: La metrica *Costo ore/uomo speso "Esecuzione dei casi di Test"* riporta il numero di ore impiegate dall'impresa per eseguire i casi di test.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato sommando i valori individuati nella metriche *EsecCTU*, *TEsecCTI*:

$$\text{TEsecCT} = \text{TEsecCTU} + \text{TEsecCTI}$$

Tabella 87 descrizione metrica M3.5.2 TEsecCT

M3.5.3 %TEsecCTU

Definizione: La metrica percentuale *costo ore/uomo speso "esecuzione test d'unità"* riporta la percentuale di tempo dedicata all'esecuzione della fase "Esecuzione test d'unità", in relazione al totale del tempo impiegato per l'esecuzione dei test.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TEsecCTU* e *TEsecCT*:

$$\%TEsecCTU = (TEsecCTU / TEsecCT) * 100$$

Tabella 88 descrizione metrica M3.5.3 %TEsecCTU

M3.5.3 %CTUPos

Definizione: La metrica percentuale casi di test di unità positivi riporta la percentuale di casi di test di unità risultati positivi dopo la fase di "Esecuzione test d'unità".

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *NumCTUPos* e *NumCTU*:

$$\%CTUPos = (NumCTUPos / NumCTU) * 100$$

Tabella 89 descrizione metrica M3.5.3 %CTUPos

M4.3.3 StLOCStubFitzI

Definizione: La metrica *dimensione standardizzata in LOC degli Stub di integrazione fittizi utilizzati* riporta il numero standardizzato (rispetto al numero delle classi simulate dagli stub di integrazione) di linee di codice di uno stub di integrazione fittizio.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *LOCStubFitzI* e *NClasStubFitzI*:

$$StLOCStubFitzI = LOCStubFitzI / NClasStubFitzI$$

Tabella 90 descrizione metrica M4.3.3 StLOCStubFitzI

M4.3.3 StTEsecCTI

Definizione: La metrica *numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione* riporta le ore uomo che, mediamente, sono state necessarie per eseguire un caso di test di integrazione.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TEsecCTI* e *NumCTIEsec*:

$$\text{StTEsecCTI} = \text{TEsecCTI} / \text{NumCTIEsec}$$

Tabella 91 descrizione metrica **M4.3.3 StTEsecCTI**

M4.5.1 %TEsecCTI

Definizione: La metrica percentuale *costo ore/uomo speso "esecuzione test di integrazione"* riporta la percentuale di tempo dedicata all'esecuzione della fase "Esecuzione test di integrazione", in relazione al totale del tempo impiegato per l'esecuzione dei test.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *TEsecCTI* e *TEsecCT*:

$$\%TEsecCTI = (\text{TEsecCTI} / \text{TEsecCT}) * 100$$

Tabella 92 descrizione metrica **M4.5.1 %TEsecCTI**

M4.6.2 %CTIPos

Definizione: La metrica *percentuale casi di test di integrazione positivi* riporta la percentuale di casi di test di integrazione risultati positivi dopo la fase di “Esecuzione test di integrazione”.

Come calcolare: Il calcolo di questa metrica è effettuato facendo un rapporto tra le metriche *NumCTIPos* e *NumCTI*:

$$\%CTIPos = (NumCTIPos / NumCTI) * 100$$

Tabella 93 descrizione metrica **M4.6.2 %CTIPos**

Modello d'interpretazione

Poiché nel foglio metrico la relazione tra le misure rilevate dalle metriche e le azioni di miglioramento da

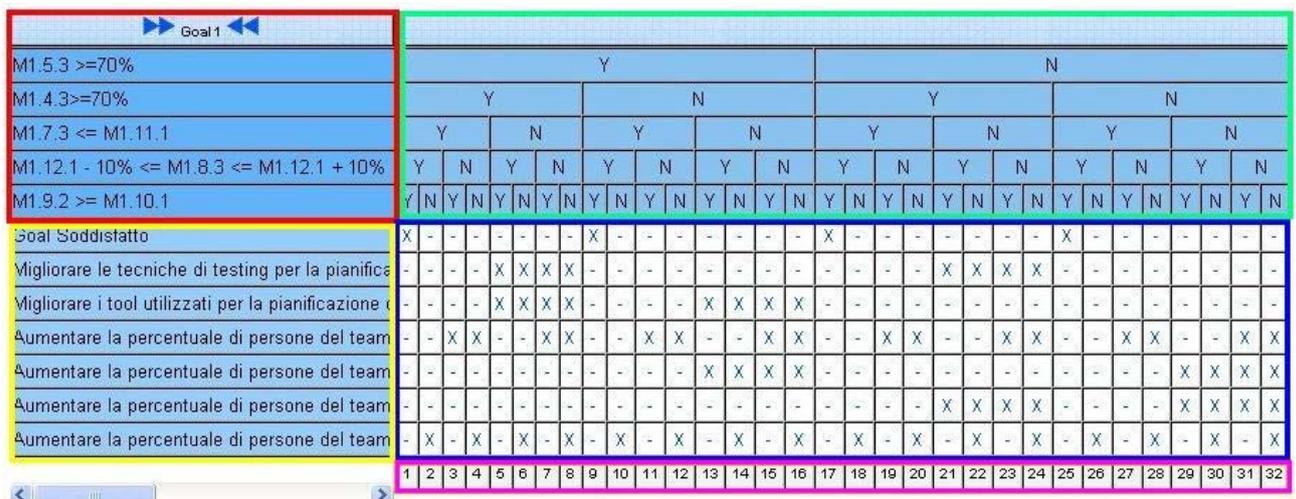
eseguire non è esplicita, l'interpretazione può essere ricavata, ma solo indirettamente e non è formalizzata;

e aiuta poco ad individuare le azioni di miglioramento del modello si utilizzano le tavole di decisione.

Lo scopo delle Tavole di Decisione è quello di esprimere l'interpretazione con completezza e correttezza. Nelle tavole di decisione sono elencate tutte le possibili regole di decisione che possono costruirsi con le misure; le stesse dettagliano le relazioni tra variation factor e baseline hypothesis che sono considerate nel modello di decisione. Praticamente le tavole di decisione specificano meglio l'interpretazione, associando ad ogni regola (combinazione tra Baseline Hypotesis e valori dei Variation Factor) un'interpretazione, con annessa iniziativa di miglioramento.

Poiché la costruzione di tavole di decisione è onerosa, si è utilizzato un opportuno tool automatico: Tabula

Lo schema di una tavola di decisione in TABULA è una tabella divisa in quattro quadranti:



Goal1		Y																N																		
		Y								N								Y								N										
		Y				N				Y				N				Y				N				Y				N						
		Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	
M1.5.3 >=70%																																				
M1.4.3 >=70%																																				
M1.7.3 <= M1.11.1																																				
M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%																																				
M1.9.2 >= M1.10.1																																				
Goal Soddistatto		X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-		
Migliorare le tecniche di testing per la pianifica		-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione		-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aumentare la percentuale di persone del team		-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	
Aumentare la percentuale di persone del team		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X		
Aumentare la percentuale di persone del team		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	
Aumentare la percentuale di persone del team		-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	

- ■ Quadrante in alto a sinistra raccoglie tutte le condizioni che regolano il modello di decisione; nei fogli metrici sono le Baseline Hypotesis combinate con i Variation Factors
- ■ Quadrante in basso a sinistra raccoglie tutte le possibili Iniziative di Miglioramento (azioni), questo è un valore aggiunto rispetto al foglio metrico
- ■ Quadrante in alto a destra contiene tutte le combinazioni di valori che possono assumere le condizioni, ogni combinazione è una regola di decisione; queste dovrebbero trovare riscontro nelle Baseline Impacts del foglio metrico;
- ■ Quadrante in basso a destra raccoglie le iniziative di miglioramento, ogni iniziativa è un insieme di attività e corrisponde ad una regola di decisione; per ciascuna combinazione di condizioni, viene posta una X in corrispondenza dell'azione appropriata da eseguire. Tali X sono espresse attraverso quelle che vengono dette regole. Questo quadrante definisce dunque le relazioni tra regole e azioni, ogni relazione ha un rapporto 1 a 1. Questo è un valore aggiunto rispetto al foglio metrico
- ■ In questo quadrante sono numerate tutte le combinazioni di valori che possono assumere le condizioni

L'interpretazione evidenzia i punti di debolezza, cioè i fattori su cui bisogna intervenire nel caso in cui i valori delle metriche non raggiungono le soglie (baselines) previste.

Le tavole di decisione per i goal 1 ,2 , 3 e 4 sono le seguenti:

GOAL 1								
M1.7.3 <= M1.11.1	Y				N			
M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%	Y		N		Y		N	
M1.9.2 >= M1.10.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Migliorare le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità					✗	✗	✗	✗
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità					✗	✗	✗	✗
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche di test utilizzate per la pianificazione dei test di unità					✗	✗	✗	✗
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità					✗	✗	✗	✗
Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		X		X		X		X
Goal soddisfatto	X							
	1	2	3	4	5	6	7	8

GOAL 2								
M2.5.2 <= M2.9.1	Y				N			
M2.10.1 - 10% <= M2.6.1 <= M2.10.1 + 10%	Y		N		Y		N	
M2.7.1 >= M2.8.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Migliorare le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test d'integrazione					X	X	X	X
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test d'integrazione					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche di test utilizzate per la pianificazione dei test d'integrazione					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per la pianificazione dei test d'integrazione					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		X		X		X		X
Goal soddisfatto	X							
	1	2	3	4	5	6	7	8

GOAL 3								
M3.4.3 <= M3.8.1	Y				N			
M3.9.1 - 10% <= M3.5.3 <= M3.9.1 + 10%	Y		N		Y		N	
M3.6.2 >= M3.7.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione di test di unità					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione di test di unità					X	X	X	X
Aumentare la dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità fittizi utilizzati per l'esecuzione di test di unità		X		X		X		X
Goal soddisfatto	X							
	1	2	3	4	5	6	7	8

GOAL 4								
M4.4.3 <= M4.8.1	Y				N			
M4.9.1 - 10% <= M4.5.1 <= M4.9.1 + 10%	Y		N		Y		N	
M4.6.2 >= M4.7.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione di test d'integrazione					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione di test d'integrazione					X	X	X	X
Aumentare la dimensione standardizzata in LOC degli stub d'integrazione fittizi utilizzati per l'esecuzione di test d'integrazione		X		X		X		X
Goal soddisfatto	X							
	1	2	3	4	5	6	7	8

Dopo aver realizzato le tavole di decisione per i goal è necessario verificarle dal punto di vista della completezza, correttezza, assenza di ambiguità, assenza di ridondanza e possibilità di semplificazione.

Si nota che quando l'effort assoluto è nella condizione di soddisfacimento NO ogni volta che è necessaria un'azione di miglioramento dei tool utilizzati è richiesta un'azione di miglioramento della conoscenza dei tool utilizzati (evidenziati in rosso).

Lo stesso si verifica per le tecniche utilizzate e la conoscenza da parte del team di tali tecniche (evidenziati in verde).

Sono azioni ridondanti, sono state perciò introdotte due nuove condizioni che permettono di disambiguare le situazioni e specificare meglio le iniziative di miglioramento: si è fissata la soglia di conoscenza delle tecniche e dei tool per la pianificazione dei test (di unità/integrazione) al di sopra del 70%

Nel caso in cui l'effort assoluto si trovi nella condizione di non soddisfacimento NO, non è sempre necessario introdurre nuovi tool, è infatti rilevante verificare che vi sia da parte del team un'adeguata conoscenza riguardo tali tool, infatti se non vi dovesse essere adeguata conoscenza (<70%) si andrà ad aumentare la conoscenza e non i tool, al contrario, se nonostante un'approfondita conoscenza dei tool utilizzati non si dovesse soddisfare la condizione richiesta per l'effort assoluto, è necessario modificare i tool utilizzati introducendo innovazione tecnologica, piuttosto che aumentare la conoscenza del team dei vecchi tool.

Lo stesso discorso vale per le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità (integrazione) (evidenziato in rosa)

Nei goal 3 e 4, poiché non si può parlare di tecniche per l'esecuzione dei test, ma solo di tool è stata introdotta una sola condizione sulla percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità (integrazione) con soglia fissata al 70%.

Le tavole di decisione che ne derivano sono le seguenti:

Goal 1 (Yes-part)

M1.5.3 >= 70%	Y															
M1.4.3 >= 70%	Y								N							
M1.7.3 <= M1.11.1	Y				N				Y				N			
M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%	Y		N		Y		N		Y		N		Y		N	
M1.9.2 >= M1.10.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Goal soddisfatto	X								X							
Migliorare le tecniche di testing per la pianificazione dei test di unità					X	X	X	X								
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità					X	X	X	X					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche per la pianificazione dei test di unità utilizzate													X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei casi di test di unità utilizzati																
Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		X		X		X		X		X		X		X		X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Goal 1 (No-part)																
M1.5.3 >= 70%	N															
M1.4.3 >= 70%	Y								N							
M1.7.3 <= M1.11.1	Y				N				Y				N			
M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%	Y		N		Y		N		Y		N		Y		N	
M1.9.2 >= M1.10.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Goal soddisfatto	X								X							
Migliorare le tecniche di testing per la pianificazione dei test di unità					X	X	X	X								
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità																
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche per la pianificazione dei test di unità utilizzate													X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei casi di test di unità utilizzati					X	X	X	X					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		X		X		X		X		X		X		X		X
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

Goal 2 (Yes-part)																
M2.4.3 >= 70%	Y															
M2.3.3 >= 70%	Y								N							
M2.5.2 <= M2.9.1	Y				N				Y				N			
M2.10.1 - 10% <= M2.6.1 <= M2.10.1 + 10%	Y		N		Y		N		Y		N		Y		N	
M2.7.1 >= M2.8.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Goal Soddisfatto	X								X							
Migliorare le tecniche di testing per la pianificazione dei test di integrazione					X	X	X	X								
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di integrazione					X	X	X	X					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche per la pianificazione dei test di integrazione utilizzate													X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei casi di test di integrazione utilizzati																
Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		X		X		X		X		X		X		X		X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Goal 2 (No-part)																
M2.4.3 >= 70%	N															
M2.3.3 >= 70%	Y								N							
M2.5.2 <= M2.9.1	Y				N				Y				N			
M2.10.1 - 10% <= M2.6.1 <= M2.10.1 + 10%	Y		N		Y		N		Y		N		Y		N	
M2.7.1 >= M2.8.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Goal Soddisfatto	X								X							
Migliorare le tecniche di testing per la pianificazione dei test di integrazione					X	X	X	X								
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di integrazione																
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte delle tecniche per la pianificazione dei test di integrazione utilizzate													X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei casi di test di integrazione utilizzati					X	X	X	X					X	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo		X		X		X		X		X		X		X		X
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32

Goal 3																
M3.2.3 >= 70%	Y								N							
M3.4.3 <= M3.8.1	Y				N				Y				N			
M3.9.1 - 10% <= M3.5.3 <= M3.9.1 + 10%	Y		N		Y		N		Y		N		Y		N	
M3.6.2 >= M3.7.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Goal soddisfatto	X								X							
Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità					X	X	X	X								
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei casi di test di unità													X	X	X	X
Aumentare la dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità fittizi utilizzati		X		X		X		X		X		X		X		X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Goal 4																
M4.2.3 >= 70%	Y								N							
M4.4.3 <= M4.8.1	Y				N				Y				N			
M4.9.1 - 10% <= M4.5.1 <= M4.9.1 + 10%	Y		N		Y		N		Y		N		Y		N	
M4.6.2 >= M4.7.1	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
Goal soddisfatto	X								X							
Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione					X	X	X	X								
Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing			X	X			X	X			X	X			X	X
Aumentare la percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei casi di test di integrazione													X	X	X	X
Aumentare la dimensione standardizzata in LOC degli stub di integrazione fittizi utilizzati		X		X		X		X		X		X		X		X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Evoluzione di una coreografia per un processo di Test (STEP 5)

Vi è una relazione biunivoca tra la definizione dei goal nel GQM e la descrizione del processo:

GQM	Descrizione dei processi
L'oggetto dell'analisi si deve focalizzare sui prodotti o sulle parti di processo che necessitano di essere compresi meglio.	E' necessario usare il modello di processo per identificare gli oggetti più rilevanti da analizzare edescrivere gli oggetti da analizzare con la granularità adeguata a ciò che si vuole analizzare

Poiché dalla definizione del modello di qualità si evince che una variabile importante per la valutazione dell'efficienza del processo di testing è la dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità (integrazione) fittizzi utilizzati nell'esecuzione del test di unità (integrazione), è necessario aumentare la granularità della definizione del processo di testing includendo questi manufatti e le attività che li producono.

Attori

Sviluppatore

public «ProcessPerformer» Actor:

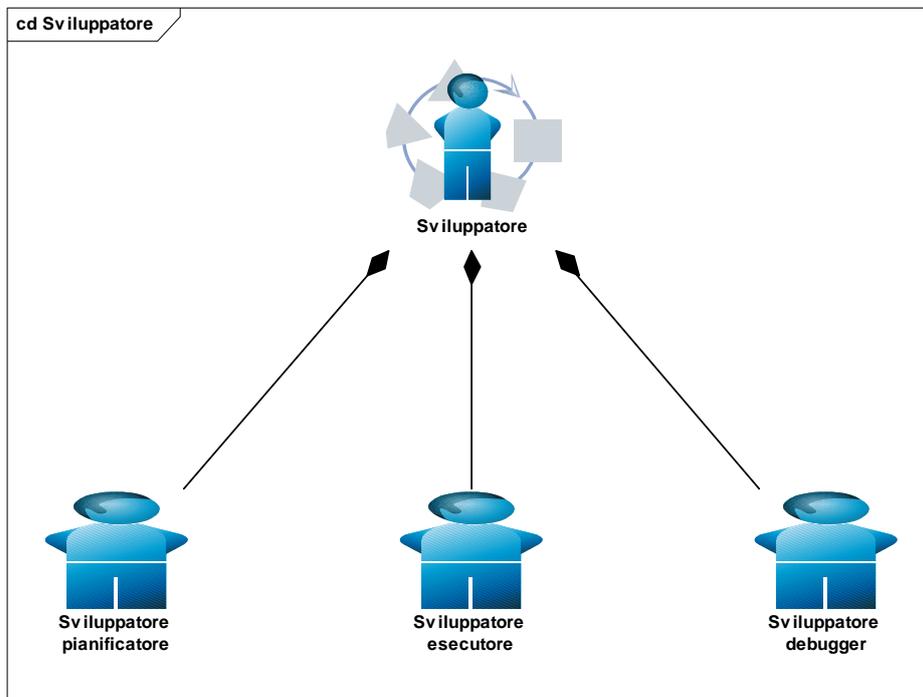


Figura 25 diagramma di decomposizione dell'attore sviluppatore

Sviluppatore debugger

public «ProcessRole» Actor: Sviluppatore con competenze in tecniche e tool per il debugging.

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per il debugging.

Sviluppatore esecutore

public «ProcessRole» Actor: Sviluppatore con competenze in tecniche e tool per l'esecuzione dei casi di test.

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per l'esecuzione dei casi dei test.

Sviluppatore pianificatore

public «ProcessRole» Actor: Sviluppatore con competenze in tecniche e tool per la pianificazione dei casi di test.

Tagged Values

Competenze = Tecniche e tool per la pianificazione dei casi dei test.

Manufatti

Manufatti::Casi di test black box

public «Document» Class: Contiene i casi di test di tipo black box da effettuare sul sistema.

Manufatti::Casi di test white box

public «Document» Class: Contiene i casi di test di tipo white box da effettuare sul sistema.

Manufatti::Codice corretto

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software, privo degli errori rilevati nel processo di testing.

Manufatti::Codice sorgente

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente del sistema software.

Manufatti::Descrizione dei casi d'uso

public «Document» Class: Contiene la descrizione in linguaggio naturale di ciascun caso d'uso.

Manufatti::Diagramma dei casi d'uso

public «UMLModel» Class: Contiene il diagramma dei casi d'uso del sistema software, conforme allo standard UML.

Manufatti::Diagrammi di sequenza

public «UMLModel» Class: Insieme dei diagrammi di sequenza, conformi allo standard UML, che, per ogni caso d'uso, descrivono l'interazione nel tempo tra le classi del sistema.

Manufatti::Modello delle classi

public «UMLModel» Class: Rappresentazione grafica, conforme alla notazione UML, del modello delle classi che compongono il sistema.

Manufatti::Piano dei casi di test

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test (di unità e di integrazione) da eseguire sul sistema software.

Piano dei casi di test d'integrazione +
 Piano dei casi di test d'unità

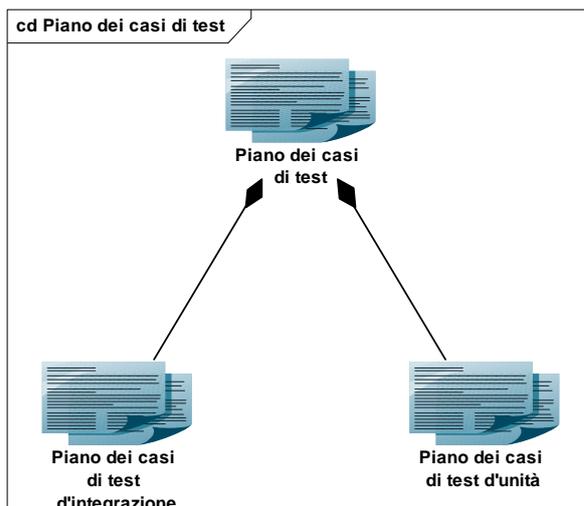


Figura 26 decomposizione manufatto piano dei casi di test

Piano dei casi di test d'integrazione

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test di integrazione da eseguire sul sistema software. Fa parte del manufatto Piano dei casi di test.

Piano dei casi di test d'unità

public «Document» Class: Contiene la pianificazione dei casi di test di unità da eseguire sul sistema software. Fa parte del manufatto Piano dei casi di test.

1{Casi di test white box}n +
1{Casi di test black box}n

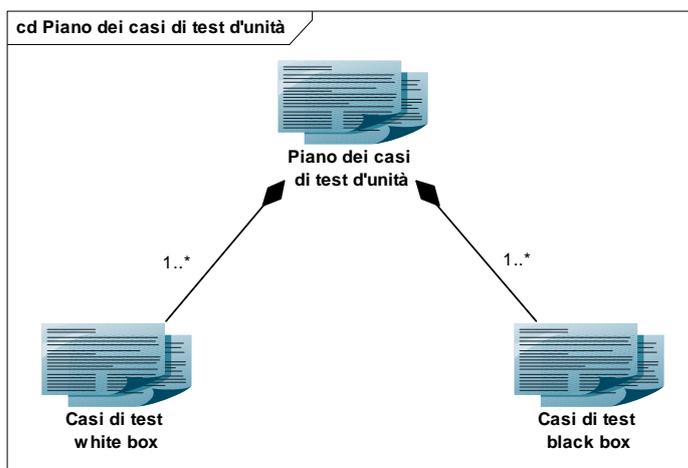


Figura 27 decomposizione manufatto piano dei casi di test di unità

Report dei casi di test

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test.

Report dei casi di test d'unità +
Report dei casi di test d'integrazione

Poiché nel GQM si vuole valutare il quality focus efficienza del processo di esecuzione dei test distinguendo i test di unità dai test di integrazione è necessario rappresentare questo livello di dettaglio nella descrizione del processo.

E' necessario quindi decomporre il manufatto "report dei casi di test" in output all'attività esecuzione dei casi di test, mediante l'operatore strutturato di composizione "+" in due sotto-manufatti:

- report dei casi di test di unità
- report dei casi di test d'integrazione.

Di seguito il relativo work product dependency diagram in cui si può osservare graficamente la decomposizione.

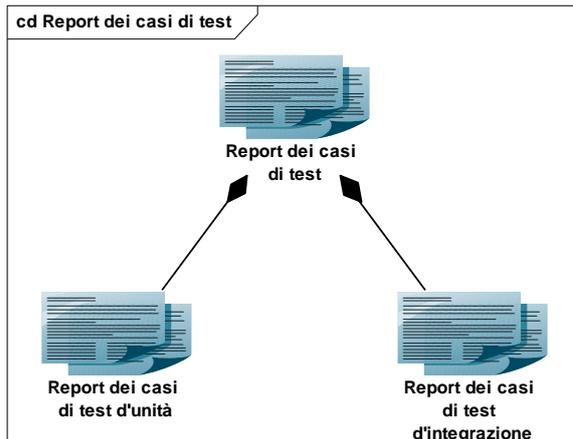


Figura 28 decomposizione manufatto report dei casi di test

Report dei casi di test d'integrazione

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test d'integrazione. Fa parte del manufatto Report dei casi di test.

Report dei casi di test d'unità

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione dei casi di test d'unità. Fa parte del manufatto Report dei casi di test.

Report di debugging

public «Document» Class: Contiene i risultati dell'esecuzione del debugging.

Specifiche delle classi

public «Document» Class: Conformemente al paradigma Object Oriented, tale manufatto contiene la descrizione testuale delle interfacce di ciascuna delle classi che compongono il sistema software.

Stub d'integrazione

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente degli stub d'integrazione.

Stub d'unità

public «WorkProduct» Class: L'insieme dei file che costituiscono il codice sorgente degli stub d'unità.

Poichè nel GQM si fa riferimento agli stub di unità e di integrazione è necessario inserirli come manufatti nella descrizione del processo. Poiché gli stub sono delle classi fittizie utilizzare per

testare il corretto funzionamento delle reali classi del sistema il loro stereotipo è WorkProduct.

Work Flow System

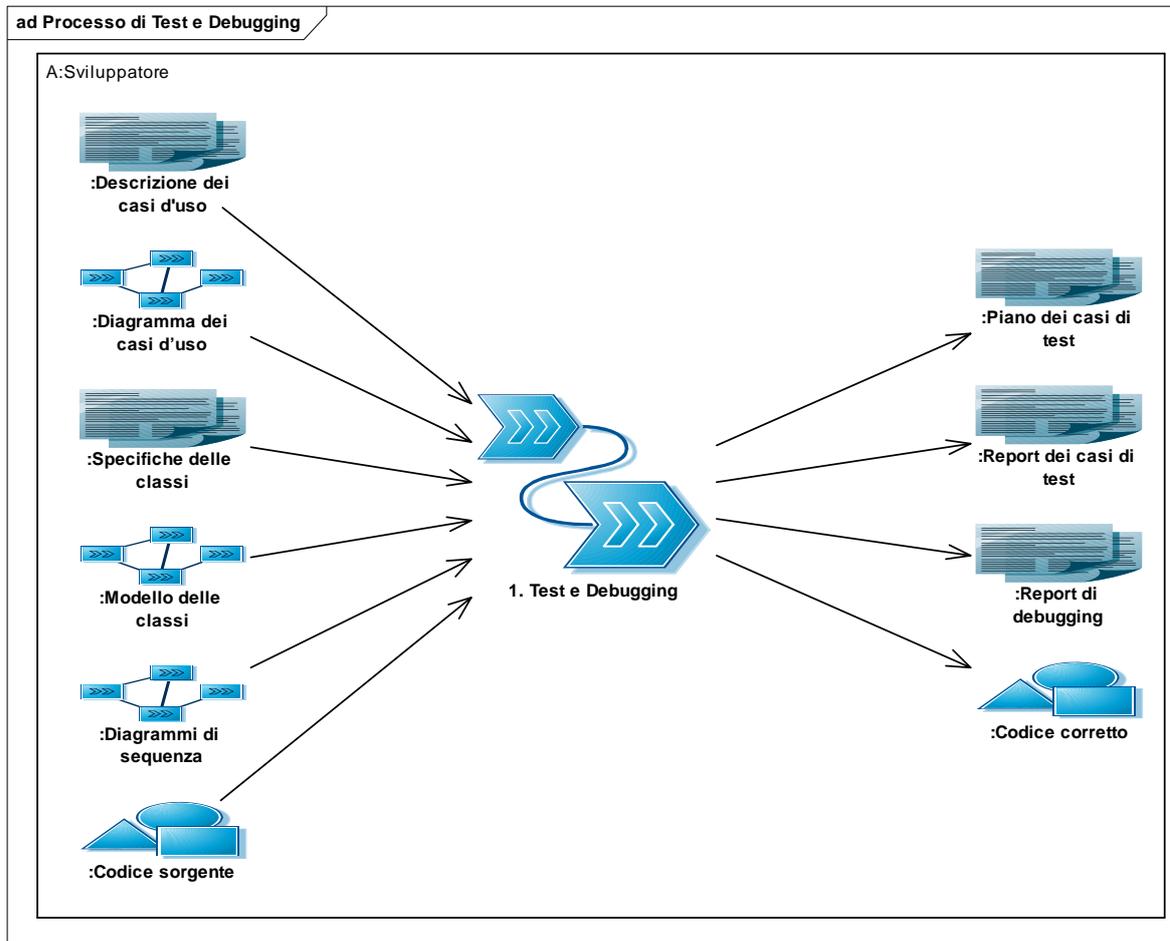


Figura 29 work flow diagram dell'attività test e debugging

1. Test e Debugging

public «WorkDefinition» Activity:

Si noti che pur avendo introdotto quattro nuovi manufatti, non è stato modificato il workflowdiagram dell'attività test e debugging perché questi sono coinvolti nella definizione dell'attività con livello più basso di astrazione, quando cioè verrà specializzata dettagliando le attività elementari, o a loro volta fasi, di cui si compone.

In questo livello di astrazione è corretto che in output all'attività vi sia il manufatto report dei casi di test e che non vi siano gli stub.

E' comunque preservata la consistenza strutturale.

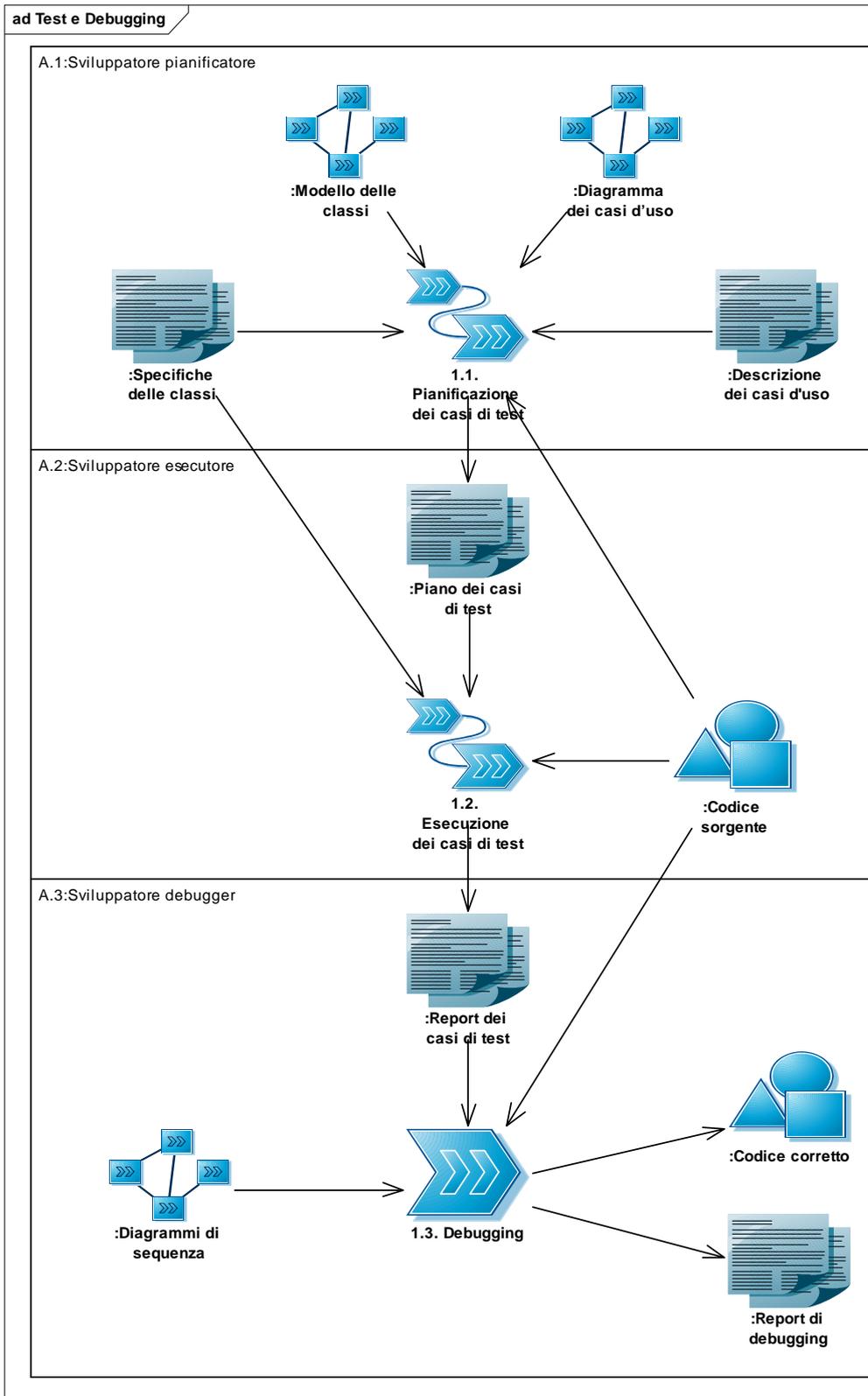


Figura 30 work flow diagram decomposizione attività test e debugging

1.1. Pianificazione dei casi di test

public «WorkDefinition» Activity: Attività di pianificazione dei casi di test.

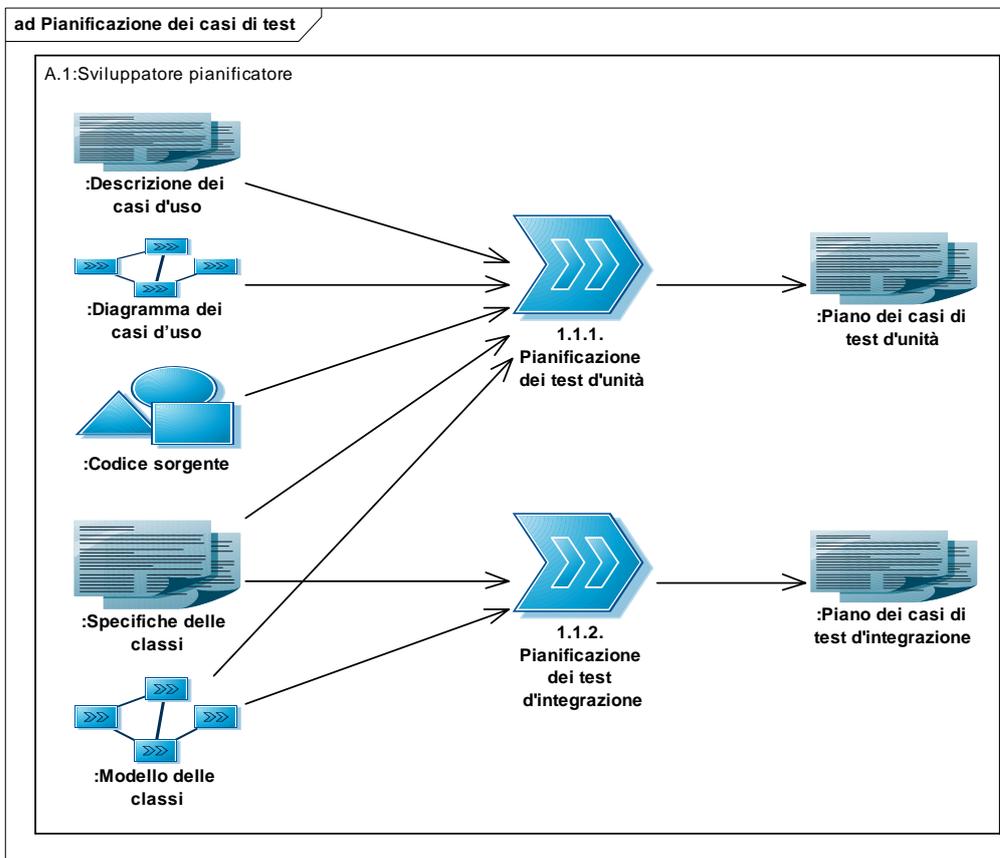


Figura 31 workflowdiagram dell'attività pianificazione dei casi di test

1.1.1. Pianificazione dei test d'unità

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei test di unità, il cui scopo è quello di verificare la correttezza di moduli del codice sorgente.

Approved *Pre-condition* . ISC.
 Diagramma dei casi d'uso è disponibile AND Descrizione dei casi d'uso è disponibile AND Codice sorgente è disponibile AND Specifiche delle classi è disponibile AND Modello delle classi è disponibile

Approved *Post-condition* . IEC.
 Piano dei casi di test di unità è stato prodotto

1.1.1. Pianificazione dei test d'unità Embedded Elements

Tagged Values

Tecnica = Cross Reference Class vs. Class.

Element	Type
Creazione della matrice di cross	State
Creazione delle classi di equivalenza	State
Creazione della lista delle classi	State
Creazione dei cammini indipendenti	State
Creazione casi di test BlackBox	State
Creazione dei casi di test WhiteBox	State

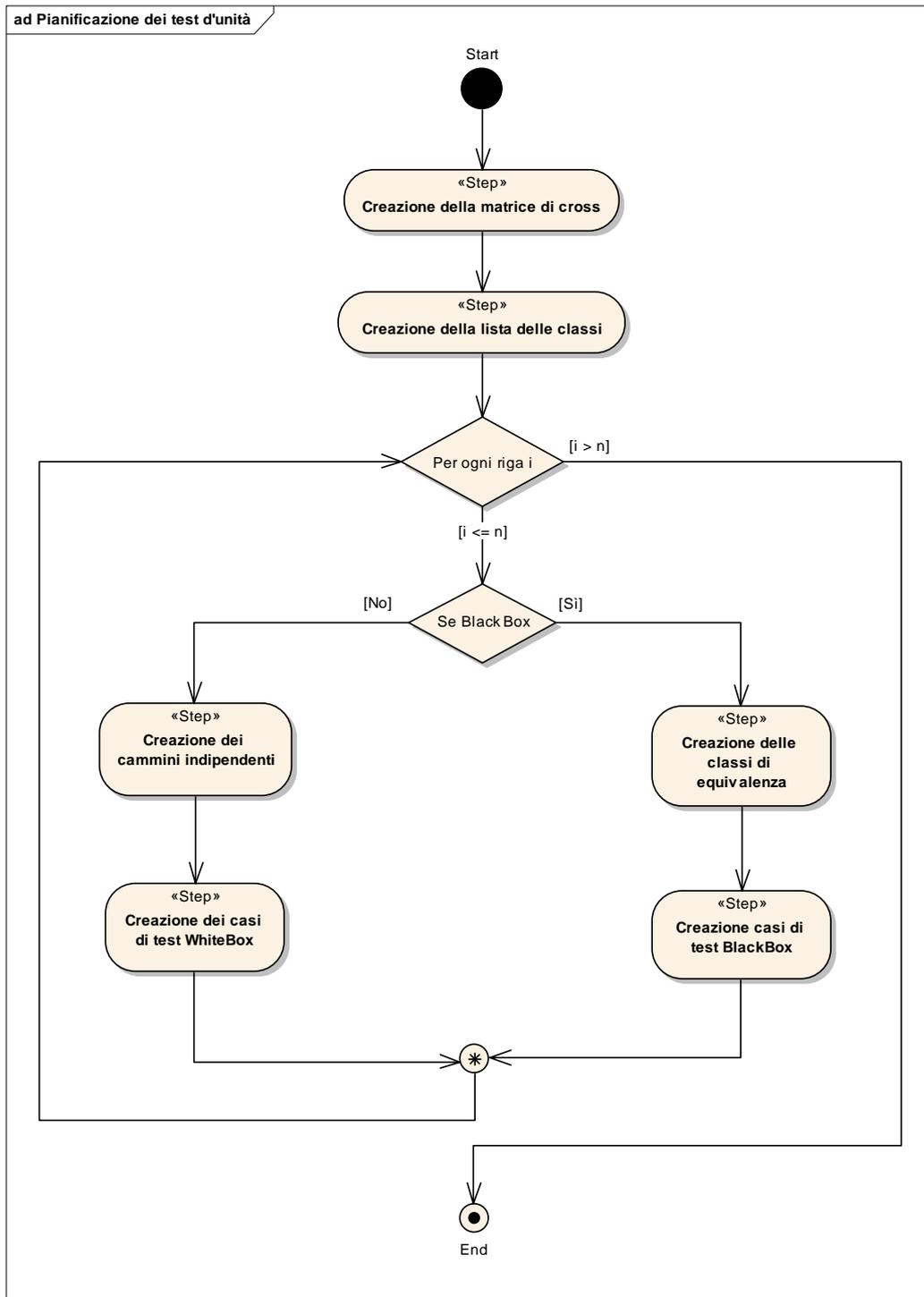


Figura 32 scenario procedurale attività pianificazione test di unità

Creazione casi di test BlackBox

public «Step» State:

Scenarios

Prodotte i casi di test black box usando le classi di equivalenza {Alternate}.

Creazione dei cammini indipendenti

public «Step» State:

Scenarios

Produrre i cammini indipendenti usando il codice sorgente {Alternate}.

Tagged Values

Tool = KUnit.

Creazione dei casi di test WhiteBox

public «Step» State:

Scenarios

Produrre i casi di test white box usando i cammini indipendenti e le specifiche delle classi {Alternate}.

Creazione della lista delle classi

public «Step» State:

Scenarios

Produrre la lista delle classi utilizzando la matrice di cross {Alternate}.

Creazione della matrice di cross

public «Step» State:

Scenarios

Produrre la matrice di cross utilizzando il modello delle classi {Alternate}.

Tagged Values

Tool = MatrixJ.

Creazione delle classi di equivalenza

public «Step» State:

Scenarios

Produrre le classi di equivalenza usando le specifiche delle classi {Alternate}.

1.1.2. Pianificazione dei test d'integrazione

public «Activity» Activity: Attività di pianificazione dei test di integrazione, il cui scopo è quello di verificare la corretta integrazione tra i moduli del sistema precedentemente verificati tramite test di unità.

Tagged Values

Scadenza = 12/12/2008.

1.2. Esecuzione dei casi di test

public «WorkDefinition» Activity: Esecuzione dei piani di casi di test realizzati in fase di pianificazione.

Le maggiori modifiche apportate dalla definizione del degli obiettivi di qualità del GQM alla granularità della descrizione del processo si possono visualizzare in questa immagine.

Poiché nel GQM si vuole valutare l'efficienza dell'esecuzione dei test sia di unità che di integrazione il primo passo è dettagliare l'attività elementare esecuzione dei casi di test in due sotto attività:

- esecuzione casi di test di unità
- esecuzione casi di test d'integrazione

Quindi l'attività semplice esecuzione dei test di unità diventa una fase e le si associa il seguente diagramma delle attività.

Ciascuna delle sotto-attività così definite ha come output i rispettivi manufatti report dei test di unità e report dei test d'integrazione. In questa maniera è preservata la consistenza strutturale per gli output.

Poiché nel GQM si fa riferimento agli stub fittizi di unità e di integrazione come fattore influente sulla qualità, è necessario dettagliare, all'interno della fase esecuzione dei test, l'attività semplice creazione degli stub.

La consistenza strutturale è preservata anche per i manufatti in input all'attività infatti tutti i manufatti in input alla fase esecuzione dei test sono in input a una o più attività che la dettagliano.

Lo sviluppatore esecutore è il responsabile di tutte le attività dettagliate nel workflowdiagram, questo è stato specificato mediante swimlane.

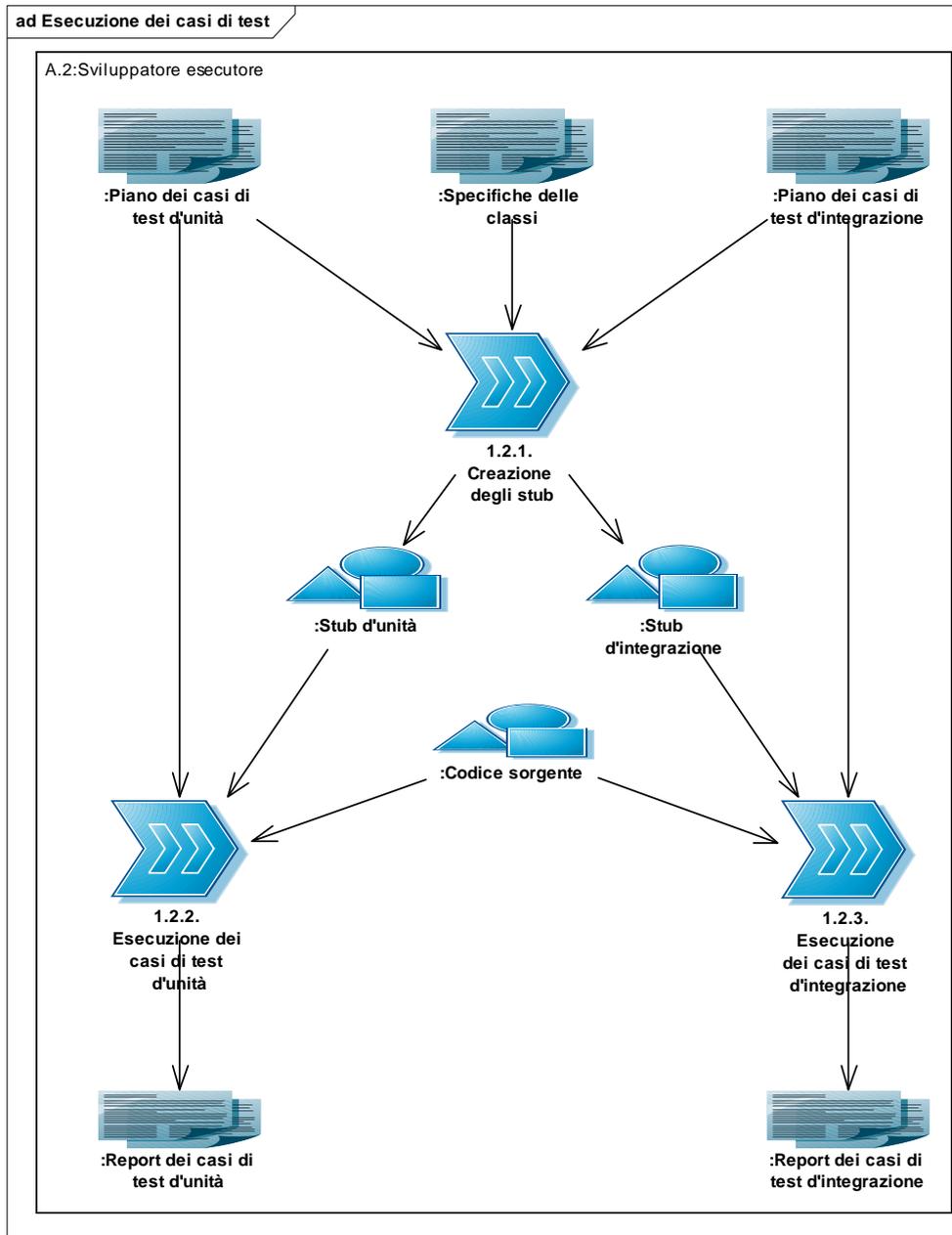


Figura 33 workflowdiagram esecuzione casi di test

1.2.1. Creazione degli stub

public «Activity» Activity:

1.2.2. Esecuzione dei casi di test d'unità

public «Activity» Activity:

1.2.3. Esecuzione dei casi di test d'integrazione

public «Activity» Activity:

1.3. Debugging

public «Activity» Activity: A partire dal report di esecuzione dei casi di test, durante l'attività di debugging si modifica il codice sorgente per correggere gli errori riscontrati.

Simulazione del piano di misurazione ed interpretazione dei valori rilevati

Esperimento

In un esperimento si desidera studiare il risultato ottenuto dopo aver variato il valore delle variabili d'input al processo.

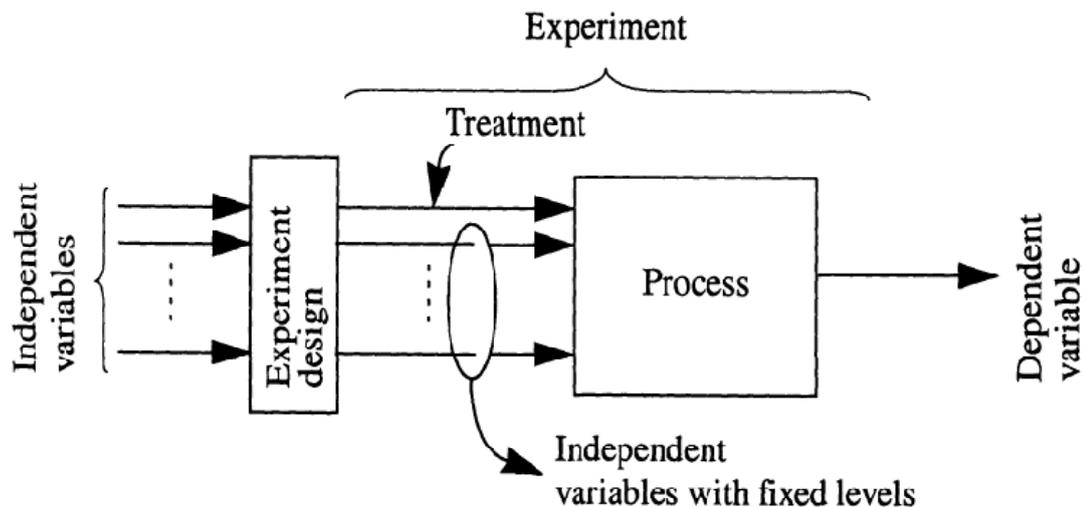


Figura 34 rappresentazione grafica di un esperimento

Le variabili dipendenti sono l'output del processo sperimentale. Quella variabile che si desidera studiare per investigare gli effetti dell'applicazione delle variabili indipendenti.

Le variabili indipendenti, invece, sono tutte le variabili saranno manipolate e controllate al fine di produrre un effetto sulla variabile dipendente (risultato osservato). Un tipo specifico di variabile indipendente è il fattore, in altre parole le caratteristiche delle quali si deve studiare l'influenza sui risultati dell'esperimento.

Un trattamento (o livello) è il valore specifico che può assumere un fattore

Processo di esecuzione di un'indagine empirica

Nel seguente schema si può osservare il ciclo di vita di un'indagine empirica che si compone di cinque fasi che analizzeremo in dettaglio in seguito.

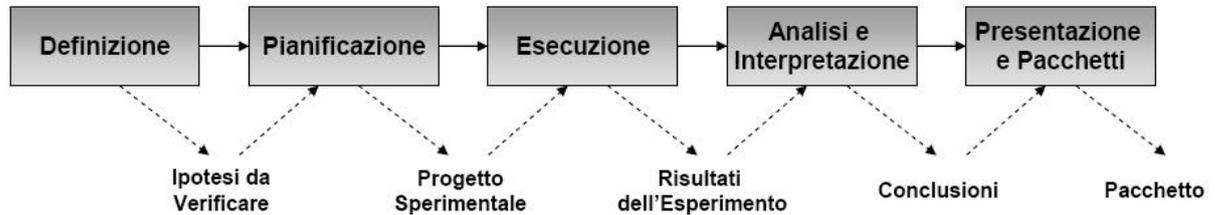


Figura 35 ciclo di vita di un'indagine empirica

Definizione

La prima attività di un'indagine empirica è la definizione degli obiettivi dell'esperimento. Tale definizione deve essere corretta e completa, altrimenti i risultati potrebbero fallire lo scopo dell'esperimento e potrebbe essere richiesta la riesecuzione dell'esperimento, dopo averne modificato la definizione.

I manufatti in output al processo di definizione sono:

- Il Quesito di Ricerca;
- Formulazione delle Ipotesi che devono essere provate durante il corso dell'esperimento
- Selezione delle Variabili dell'Esperimento sia quelle indipendenti sia quelle dipendenti
- Selezione dei Soggetti Sperimentali in modo che sia rappresentativo della popolazione delle parti interessate dai risultati dell'indagine

Quesiti di ricerca

Verranno condotti otto piccoli esperimenti in vivo, per questo motivo il quesito di ricerca non è unico. Poiché tuttavia tali esperimenti sono molto simili tra loro saranno definiti contemporaneamente e dettagliati solo quando si discostino l'uno dall'altro.

Quesito di ricerca 1

Nel processo di pianificazione dei test di unità l'effort assoluto impiegato per la pianificazione dei test di unità migliora aumentando la conoscenza da parte del team di sviluppo delle tecniche utilizzate per la pianificazione dei casi di test di unità o aumentando la conoscenza da parte del team di sviluppo dei tool utilizzati per la pianificazione dei casi di test di unità?

Quesito di ricerca 2

Nel processo di pianificazione dei test di unità la conoscenza da parte del team del dominio applicativo migliora il numero dei casi di test di unità pianificati?

Quesito di ricerca 3

Nel processo di pianificazione dei test d'integrazione l'effort assoluto impiegato per la pianificazione dei test d'integrazione migliora aumentando la conoscenza da parte del team di sviluppo delle tecniche utilizzate per la pianificazione dei casi di test d'integrazione o aumentando la conoscenza da parte del team di sviluppo dei tool utilizzati per la pianificazione dei casi di test d'integrazione?

Quesito di ricerca 4

Nel processo di pianificazione dei test d'integrazione la conoscenza da parte del team del dominio applicativo migliora il numero dei casi di test d'integrazione pianificati?

Quesito di ricerca 5

Nel processo di esecuzione dei test di unità si influisce sull'effort assoluto impiegato per l'esecuzione dei test di unità solo migliorando la conoscenza del team dei tool utilizzati per l'esecuzione o è necessario introdurre nuovi tool abbinati ad opportuni corsi di formazione del team riguardo questi?

Quesito di ricerca 6

Nel processo di esecuzione dei test di unità la grandezza degli stub fittizi di unità è influente sulla percentuale di casi di test positivi alla prima esecuzione?

Quesito di ricerca 7

Nel processo di esecuzione dei test di unità si influisce sull'effort assoluto impiegato per l'esecuzione dei test d'integrazione solo migliorando la conoscenza del team dei tool utilizzati per l'esecuzione o è necessario introdurre nuovi tool abbinati ad opportuni corsi di formazione del team riguardo questi?

Quesito di ricerca 8

Nel processo di esecuzione dei test d'integrazione la grandezza degli stub fittizi d'integrazione è influente sulla percentuale di casi di test positivi alla prima esecuzione?

Ipotesi statistiche da verificare

Con H_0 si indica l'ipotesi nulla, che specifica quello che lo sperimentatore spera che non sia vero nella popolazione dei soggetti sperimentali e quindi lo sperimentatore vorrebbe rigettare questa ipotesi con la più alta significatività possibile.

L'ipotesi alternativa H_1 , al contrario, specifica l'asserzione in favore della quale l'ipotesi nulla è rigettata.

Ogni test statistico "t" divide lo spazio campionario in due sottoinsiemi complementari:

- la regione di accettazione di H_0

- la regione di rifiuto di H_0

In base alla regione in cui cadrà il valore di t , si accetterà/rifiuterà l'ipotesi H_0 ed in corrispondenza si rifiuterà/accetterà H_1 .

Nella verifica d'ipotesi statistiche è necessario tener conto della possibilità di commettere errori legati all'accettazione o al rifiuto d'ipotesi.

L'errore di primo tipo è quello che si fa rifiutando la cosiddetta ipotesi nulla quando questa in realtà è vera (falso positivo).

L'errore di secondo tipo è quello che si fa accettando l'ipotesi nulla (H_0) quando questa è in realtà falsa (falso negativo).

Dal punto di vista decisionale, la suddivisione dello spazio campionario in una regione d'accettazione ed una di rifiuto porta a quattro soluzioni possibili.

Decisione	H_0 vera	H_0 falsa
Accetto H_0	Decisione giusta	Errore II tipo (β)
Rifiuto H_0	Errore I tipo (α)	Decisione giusta

Tabella 94 suddivisione dello spazio campionario in regioni di accettazione e di rifiuto

Si indica con α^1 la probabilità di commettere un errore di I tipo; i valori più frequentemente impiegati per α sono 0,05 oppure 0,011. La probabilità di commettere un errore di II tipo, indicata con β^2 .

Ipotesi per il quesito di ricerca 1

¹ $\alpha = \Pr(\text{errore di I tipo}) = \Pr(\text{rifiutare } H_0 \mid H_0 \text{ vera}) = \Pr((x_1, \dots, x_n) \in R \mid H_0 \text{ vera})$ dove (x_1, \dots, x_n) rappresenta un campione casuale ed R rappresenta la regione critica, cioè l'insieme dei valori dello spazio campionario che portano al rifiuto dell'ipotesi nulla H_0 .

² $\beta = \Pr(\text{errore di II tipo}) = \Pr(\text{accettare } H_0 \mid H_0 \text{ falsa}) = \Pr((x_1, \dots, x_n) \in A \mid H_0 \text{ falsa})$ dove (x_1, \dots, x_n) rappresenta un campione casuale di A , e A rappresenta la regione di accettazione, cioè l'insieme dei risultati dello spazio campionario che sono compatibili con l'ipotesi nulla H_0 .

H0₁: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per la pianificazione dei casi di test di unità e la conoscenza da parte del team delle tecniche e dei tool per la pianificazione dei test di unità

H1₁: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per la pianificazione dei casi di test di unità e la conoscenza da parte del team delle tecniche e dei tool per la pianificazione dei test di unità

Ipotesi per il quesito di ricerca 2

H0₂: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra il numero di casi di test di unità pianificati e la conoscenza da parte del team del dominio applicativo.

H1₂: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra il numero di casi di test di unità pianificati e la conoscenza da parte del team del dominio applicativo.

Ipotesi per il quesito di ricerca 3

H0₃: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per la pianificazione dei casi di test d'integrazione e la conoscenza da parte del team delle tecniche e dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione

H1₃: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per la pianificazione dei casi di test d'integrazione e la conoscenza da parte del team delle tecniche e dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione

Ipotesi per il quesito di ricerca 4

H0₄: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra il numero di casi di test d'integrazione pianificati e la conoscenza da parte del team del dominio applicativo.

H1₄: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra il numero di casi di test d'integrazione pianificati e la conoscenza da parte del team del dominio applicativo.

Ipotesi per il quesito di ricerca 5

H0₅: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per l'esecuzione dei casi di test di unità, la conoscenza da parte del team dei tool per l'esecuzione dei test di unità e l'introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test di unità con opportuno corso di formazione.

H1₅: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per l'esecuzione dei casi di test di unità, la conoscenza da parte del team dei tool per l'esecuzione dei test di unità e l'introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test di unità con opportuno corso di formazione.

Ipotesi per il quesito di ricerca 6

H0₆: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra la percentuale di casi di test di unità positivi alla prima esecuzione e la grandezza degli stub fittizi di unità

H1₆: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra la percentuale di casi di test di unità positivi alla prima esecuzione e la grandezza degli stub fittizi di unità

Ipotesi per il quesito di ricerca 7

H0₇: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per l'esecuzione dei casi di test d'integrazione, la conoscenza da parte del team dei tool per l'esecuzione dei test d'integrazione e l'introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test d'integrazione con opportuno corso di formazione.

H1₇: Vi è correlazione statisticamente rilevante tra l'effort assoluto per l'esecuzione dei casi di test d'integrazione, la conoscenza da parte del team dei tool per l'esecuzione dei test d'integrazione e l'introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test d'integrazione con opportuno corso di formazione.

Ipotesi per il quesito di ricerca 7

H0₈: Non vi è correlazione statisticamente rilevante tra la percentuale di casi di test d'integrazione positivi alla prima esecuzione e la grandezza degli stub fittizi d'integrazione

H1₈: vi è correlazione statisticamente rilevante tra la percentuale di casi di test d'integrazione positivi alla prima esecuzione e la grandezza degli stub fittizi d'integrazione

Selezione delle variabili dell'esperimento

- **Variabili indipendenti:** sono quelle variabili che si possono controllare e cambiare durante l'esperimento. Tali variabili dovrebbero avere un qualche effetto sulle variabili dipendenti ed è necessario che siano controllabili.
- **Variabili dipendenti:** L'effetto del trattamento è misurato sulle variabili dipendenti.
- **Parametri:** Caratteristiche del contesto che devono rimanere invariati durante l'esecuzione dell'esperimento

Verranno condotti otto piccoli esperimenti, uno per ciascun quesito di ricerca formalizzato in precedenza.

Esperimento 1:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> • %PersExpTecUtilU: Percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei test di unità utilizzate • %PersExpToolsUtilU: Percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei test di unità utilizzati
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> • StTPianCTU: Numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di unità (effort assoluto)
Parametri:	<ul style="list-style-type: none"> • TecnTestU: Elenco delle tecniche per la pianificazione dei test di unità utilizzate • ToolsUtilU: Elenco dei tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità utilizzate

Tabella 95 definizione variabili esperimento 1

Esperimento 2:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> • %PersExpDomAppl: Percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> • StNumCTU: Numero standardizzato di casi di test di unità pianificati

Tabella 96 definizione variabili esperimento 2

Esperimento 3:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> • %PersExpTecUtilI: Percentuale di persone del team esperte delle tecniche di pianificazione dei test d'integrazione utilizzate • %PersExpToolsUtilUI: Percentuale di persone del team esperte dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione utilizzati
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> • StTPianCTI: Numero standardizzato di ore uomo per pianificare un caso di test di integrazione (effort assoluto)
Parametri:	<ul style="list-style-type: none"> • TecnTestI: Tecniche di testing utilizzate per il processo pianificazione test d'integrazione • ToolsUtilI: Tool utilizzati nel processo di pianificazione dei test d'integrazione

Tabella 97 definizione variabili esperimento 3

Esperimento 4:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> • %PersExpDomAppl: Percentuale di persone del team esperte del dominio applicativo
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> • StNumCTI: Numero standardizzato di casi di test di integrazione pianificati

Tabella 98 definizione variabili esperimento 4

Esperimento 5:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> ToolsEsecTestU: Tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità %PersExpToolsUtilEsecTU: Percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> StTEsecCTU: Numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di unità (effort assoluto)

Tabella 99 definizione variabili esperimento 5

Esperimento 6:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> StLOCStubFitzU: Dimensione standardizzata in LOC degli stub di unità fittizi utilizzati
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> %CTUPos : Percentuale dei casi di test di unità positivi

Tabella 100 definizione variabili esperimento 6

Esperimento 7:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> ToolsEsecTestI: Tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione %PersExpToolsUtilEsecTI: Percentuale di persone del team esperte dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di integrazione
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> StTEsecCTI: Numero standardizzato di ore uomo per eseguire un caso di test di integrazione

Tabella 101 definizione variabili esperimento 7

Esperimento 8:	
Variabili Indipendenti:	<ul style="list-style-type: none"> StLOCStubFitzI: Dimensione standardizzata in LOC degli stub di integrazione fittizi utilizzati
Variabili Dipendenti	<ul style="list-style-type: none"> %CTIPos: Percentuale di casi di test di integrazione positivi

Tabella 102 definizione variabili esperimento 8

Selezione dei soggetti sperimentali:

La selezione dei soggetti è un aspetto rilevante nella progettazione di una ricerca empirica. La selezione è strettamente collegata alla generalizzazione dei risultati dell'esperimento. Per generalizzare i risultati nell'ambito di una popolazione, il campione deve essere rappresentativo della popolazione stessa .

Nei seguenti esperimenti si dispone di 3 sistemi software S_1, S_2, S_3 di complessità simile.

Si divide ciascun sistema in 10 sottosistemi. Non è rilevante ai fini dell'esperimento che i sottosistemi abbiano la stessa dimensione, poiché le variabili da valutare sono standardizzate.

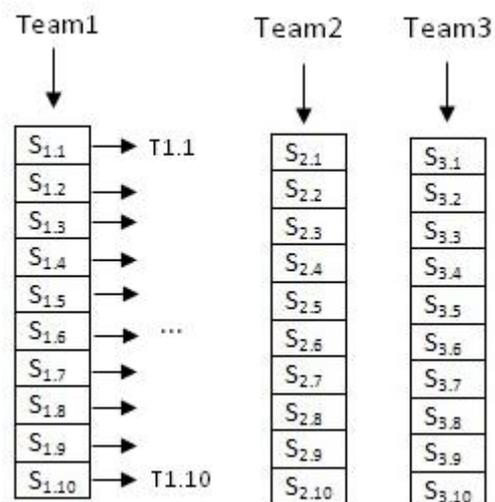


Figura 36 rappresentazione grafica dei sistemi utilizzati per gli esperimenti

Per gli esperimenti 1, 3, 5 e 7 si assegna ciascuno dei tre sistemi ad un team di sviluppatori che eseguirà le misure su tutti i sottosistemi di questo questo per permette una contemporaneità temporale delle osservazioni.

I tre team saranno composti dallo stesso numero di persone e si differenzieranno tra loro sulla base degli obiettivi di ricerca:

Esperimento 1:

Team 1: team con bassa conoscenza delle tecniche e tool per la pianificazione dei test di unità

Team 2: team con alta conoscenza dei tool per la pianificazione dei test di unità e bassa conoscenza delle tecniche per la pianificazione dei test di unità

Team 3: team con alta conoscenza delle tecniche per la pianificazione dei test di unità e bassa conoscenza dei tool per la pianificazione dei test di unità

Esperimento 3:

Team 1: team con bassa conoscenza delle tecniche e tool per la pianificazione dei test d'integrazione

Team 2: team con alta conoscenza dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione e bassa conoscenza delle tecniche per la pianificazione dei test d'integrazione

Team 3: team con alta conoscenza delle tecniche per la pianificazione dei test d'integrazione e bassa conoscenza dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione

Esperimento 5:

Team 1: team con bassa conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità

Team 2: team con alta conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità

Team 3: team con alta conoscenza dei **nuovi** tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità

Esperimento 7:

Team 1: team con bassa conoscenza dei tool per l'esecuzione dei test d'integrazione

Team 2: team con alta conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione

Team 3: team con alta conoscenza dei **nuovi** tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione

Per gli esperimenti 2,4, 6 e 8 si utilizza solo il sistema 3, che viene assegnato a due diversi team che si differenzieranno tra loro sulla base degli obiettivi di ricerca che ne misureranno le metriche. Non vi è più contemporaneità temporale nella rilevazione delle osservazioni.

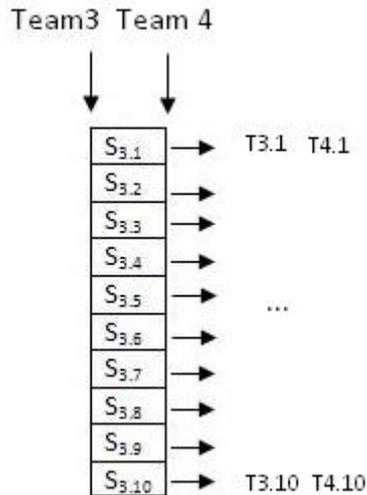


Figura 37 rappresentazione grafica sistema utilizzato negli esperimenti

Esperimenti 2 e 4:

Team 1: team con bassa conoscenza del dominio applicativo

Team 2: team con alta conoscenza del dominio applicativo

Esperimento 6:

Team 1: team con alta conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità

Team 2: team con alta conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità

Esperimento 8:

Team 1: team con alta conoscenza dei tool per l'esecuzione dei test d'integrazione

Team 2: team con alta conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione

Pianificazione

Lo scopo della Pianificazione è quello di progettare come eseguire l'indagine empirica specificando:

- Le prove da eseguire e le analisi statistiche a cui sottoporre i risultati dell'esperimento per scegliere le ipotesi da accettare
- La strumentazione dell'Esperimento per eseguire le attività previste nelle prove e per raccogliere i dati dell'esperimento
- Valutazione della Validità dei risultati per comprendere quanto siano generalizzabili i risultati dell'indagine

Per trarre conclusioni significative da un esperimento si applicano analisi statistiche ai dati collezionati e si interpretano i risultati ottenuti.

È necessario pianificare il design dell'esperimento, poiché le analisi statiche da utilizzare dipendono dal design scelto e dai tipi di scale delle misure utilizzate.

I tipi standard di design sono:

- un fattore con due trattamenti
- un fattore con più di due trattamenti
- due fattori con due trattamenti
- più di due fattori ciascuno con due trattamenti

Per ciascuno di questi si può poi decidere di bloccare delle variabili del contesto.

Esperimento 1: un fattore con più di due trattamenti e due fattori bloccati

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza nella pianificazione dei casi di test di unità

I fattori che si vogliono bloccare sono i tool e le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2 \times O_3$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Migliorare la conoscenza del team delle tecniche di pianificazione dei test di unità
- Migliorare la conoscenza del team dei tool per la pianificazione dei test di unità

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati
--

H1: $\mu_i \neq \mu_j$ per almeno una coppia (i,j)

C'è differenza statisticamente rilevante tra almeno due delle medie dei campioni osservati
--

Per la selezione dei test statistici da utilizzare si farà sempre riferimento al seguente schema:

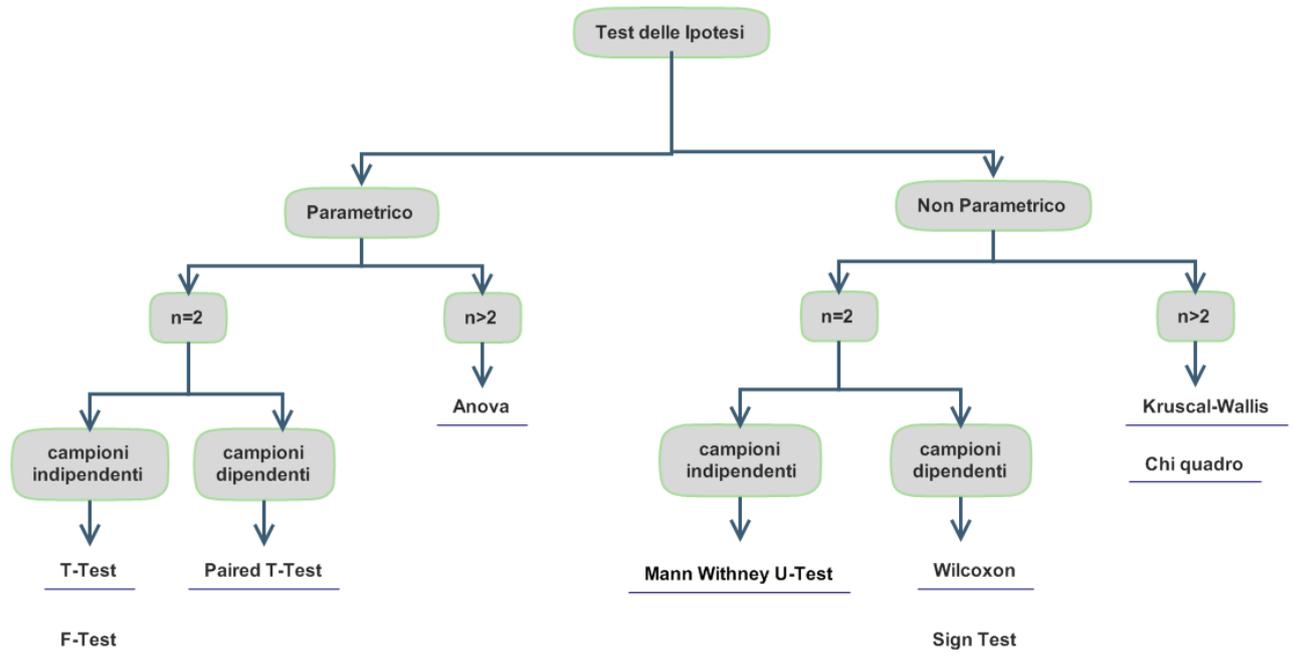


Figura 38 schema di supporto alla selezione dei test per le ipotesi da utilizzare

Per prima cosa si verifica se ci si trova in un caso di

- test parametrico: se la distribuzione dei dati è approssimabile con una distribuzione normale
- test non parametrico: non si presuppone nessun tipo di distribuzione dei dati.

Il numero di osservazioni del campione di dati è un indicatore di “normalità”: osservazioni inferiori ad un numero di circa 30, non hanno distribuzione normale.

Nel caso questa condizione non fosse sufficiente per individuare la normalità della distribuzione si utilizza il test di normalità (*Kolmogorov-Smirnov*)

Il secondo passo è verificare il numero di trattamenti (e quindi il numero di campioni da confrontare) previsti per l’esperimento: $n=2$ oppure $n>2$, infine se ci si trova nel caso di campioni indipendenti si verifica che il tipo di campione di dati: se le osservazioni sono indipendenti tra loro, oppure dipendenti.

Si naviga l’albero secondo le condizioni in cui ci si trova, e si sceglie uno dei test consigliati.

Nel caso del primo esperimento ci si trova nella condizione di Test non parametrico, poiché il numero di osservazioni è troppo esiguo per poter presupporre un’approssimazione con una distribuzione Gaussiana. I livelli del trattamento sono 3

Si utilizzerà il test statistico Kruskal-Wallis.

In Statistica, il test di Kruskal-Wallis è un metodo non parametrico per verificare l'uguaglianza delle mediane di diversi gruppi; Questo metodo è il corrispondente non parametrico dell'analisi di varianza in cui i dati vengono sostituiti dal loro rango, e viene usato quando non può essere assunta una distribuzione normale della popolazione.

Nel caso si debba rigettare l’ipotesi nulla H_0 , ed accettare l’ipotesi H_1 , si valuterà il boxplot dei tre campioni di dati, per individuare quale dei tre campioni si discosti di più dagli altri due.

BoxPlot

Il box plot è un grafico che permette una rappresentazione immediata della dispersione dei dati.

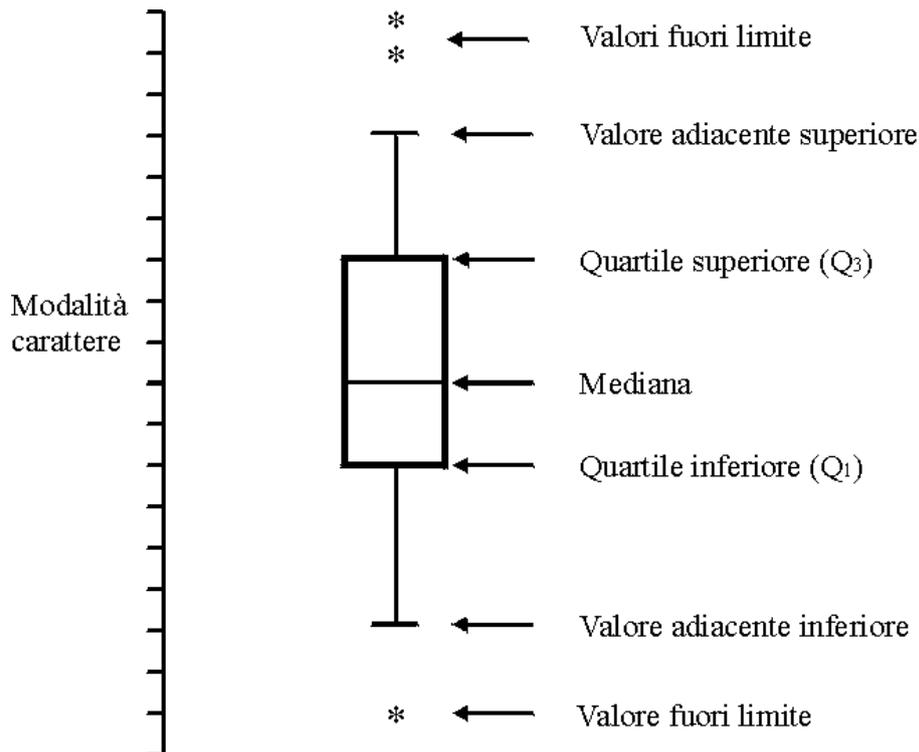


Figura 39 box-plot

La linea interna alla scatola rappresenta la Mediana dei dati, cioè il valore che divide il campione di dati in 2 parti di uguale popolosità.

La linea inferiore della scatola rappresenta il primo quartile, cioè il valore al di sotto del quale si trova il 25 % delle osservazioni.

La linea superiore della scatola rappresenta il terzo quartile, cioè il valore al di sotto del quale si trova il 75% delle osservazioni.

La distanza tra il terzo ed il primo quartile, cioè l'intera scatola, si chiama "Distanza interquartilica" e la indichiamo con r è una misura della dispersione dei dati poiché contiene il 50% centrale della distribuzione.

Le distanze tra ciascun quartile e la mediana forniscono informazioni relativamente alla forma della distribuzione. Se una distanza è diversa dall'altra allora la distribuzione è asimmetrica.

Le linee che si allungano dai bordi della scatola (Baffi) individuano gli intervalli in cui sono posizionati i valori rispettivamente minori di VAS (valore adiacente superiore) e maggiori di VAI (valore adiacente inferiore) così definiti:

VAI= più piccolo valore tra le osservazioni maggiore di $Q_1 - (1,5 * r)$;

VAS= più grande valore tra le osservazioni minore di $Q_3 - (1,5 * r)$;

I *baffi* ci dicono se c'è una sostanziale simmetria fra il valore minimo e quello massimo della distribuzione, rispetto al 50 per cento centrale dei valori, che è compreso fra il primo e il terzo quartile .

I valori esterni a questi limiti sono chiamati *outlier*, vengono segnalati individualmente nel box-plot per meglio evidenziarne la presenza e la posizione. Questi valori infatti costituiscono una "anomalia" rispetto alla maggior parte dei valori osservati e pertanto è necessario identificarli per poterne analizzare le caratteristiche e le eventuali cause che li hanno determinati. Essi forniscono informazioni ulteriori sulla dispersione e sulla forma della distribuzione.

Quando i valori adiacenti, superiore e inferiore, coincidono con gli estremi della distribuzione non comparirà alcun valore fuori limite per cui il box plot non presenterà baffi.

Esperimento 2: un fattore con due trattamenti e due fattori bloccati

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza nella pianificazione dei casi di test di unità

I fattori che si vogliono bloccare sono i tool e le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Migliorare la conoscenza del team del dominio applicativo

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

H1: $\mu_0 \neq \mu_1$

C'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

Ci si trova nel caso non parametrico, $n=2$ (poiché i trattamenti sono 2) e i campioni sono indipendenti.

Si utilizzerà il test delle ipotesi *Mann Withney U-Test*. In Statistica, il test di *Mann Withney U-Test* è un metodo non parametrico per verificare l'uguaglianza delle mediane di due gruppi; Questo metodo è il corrispondente non parametrico dell'analisi di varianza in cui i dati vengono sostituiti dal loro rango, e viene usato quando non può essere assunta una distribuzione normale della popolazione.

Esperimento 3: un fattore con più di due trattamenti e due fattori bloccati

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza nella pianificazione dei casi di test d'integrazione

I fattori che si vogliono bloccare sono i tool e le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2 \times O_3$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Migliorare la conoscenza del team delle tecniche di pianificazione dei test d'integrazione
- Migliorare la conoscenza del team dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

H1: $\mu_i \neq \mu_j$ per almeno una coppia (i,j)

C'è differenza statisticamente rilevante tra almeno due delle medie dei campioni osservati

Ci si trova nella condizione di Test non parametrico, poiché il numero di osservazioni è troppo esiguo per poter presupporre un'approssimazione con una distribuzione Gaussiana. I livelli del trattamento sono 3

Si utilizzerà il test statistico Kruskal-Wallis, e nel caso si debba rigettare l'ipotesi nulla H_0 , ed accettare l'ipotesi H_1 , si valuterà il boxplot dei tre campioni di dati, per individuare quale dei tre campioni si discosti di più dagli altri due.

Esperimento 4: un fattore con due trattamenti e due fattori bloccati

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza nella pianificazione dei casi di test d'integrazione
I fattori che si vogliono bloccare sono i tool e le tecniche utilizzate per la pianificazione dei test d'integrazione

Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Migliorare la conoscenza del team del dominio applicativo

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

H1: $\mu_0 \neq \mu_1$

C'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

Ci si trova nel caso non parametrico, $n=2$ (poiché i trattamenti sono 2) e i campioni sono indipendenti.

Si utilizzerà il test delle ipotesi *Mann Withney U-Test*

Esperimento 5: un fattore con più di due trattamenti

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza dell'esecuzione dei test di unità

Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2 \times O_3$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Migliorare la conoscenza del team dei tool per l'esecuzione dei test di unità
- Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità, associati ad un'opportuno aggiornamento del team di sviluppo riguardo questi.

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

H1: $\mu_i \neq \mu_j$ per almeno una coppia (i,j)

C'è differenza statisticamente rilevante tra almeno due delle medie dei campioni osservati

Ci si trova nella condizione di Test non parametrico, poiché il numero di osservazioni è troppo esiguo per poter presupporre un'approssimazione con una distribuzione Gaussiana. I livelli del trattamento sono 3

Si utilizzerà il test statistico Kruskal-Wallis, e nel caso si debba rigettare l'ipotesi nulla H_0 , ed accettare l'ipotesi H_1 , si valuterà il boxplot dei tre campioni di dati, per individuare quale dei tre campioni si discosti di più dagli altri due.

Esperimento 6: un fattore con due trattamenti e un fattore bloccato

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza nella pianificazione dei casi di test di unità

Il fattore che si vuole bloccare è l'elenco dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità

Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Aumentare la grandezza degli stub fittizi di unità

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati
--

H1: $\mu_0 \neq \mu_1$

C'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati
--

Ci si trova nel caso non parametrico, $n=2$ (poiché i trattamenti sono 2) e i campioni sono indipendenti.

Si utilizzerà il test delle ipotesi *Mann Withney U-Test*

Esperimento 7: un fattore con più di due trattamenti

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza dell'esecuzione dei test d'integrazione

Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2 \times O_3$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Migliorare la conoscenza del team dei tool per l'esecuzione dei test d'integrazione
- Migliorare i tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione, associati ad un'opportuno aggiornamento del team di sviluppo riguardo questi.

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati
--

H1: $\mu_i \neq \mu_j$ per almeno una coppia (i,j)

C'è differenza statisticamente rilevante tra almeno due delle medie dei campioni osservati
--

Ci si trova nella condizione di Test non parametrico, poiché il numero di osservazioni è troppo esiguo per poter presupporre un'approssimazione con una distribuzione Gaussiana. I livelli del trattamento sono 3

Si utilizzerà il test statistico Kruskal-Wallis, e nel caso si debba rigettare l'ipotesi nulla H_0 , ed accettare l'ipotesi H_1 , si valuterà il boxplot dei tre campioni di dati, per individuare quale dei tre campioni si discosti di più dagli altri due.

Esperimento 8: un fattore con due trattamenti e un fattore bloccato

Il fattore che si vuole studiare è l'efficienza nella pianificazione dei casi di test d'integrazione
Il fattore che si vuole bloccare è l'elenco dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione
Ciascun soggetto sperimentale produrrà un set di osservazioni O_i :

$O_1 \times O_2$

O : osservazione

X: trattamento:

- Senza trattamento
- Aumentare la grandezza degli stub fittizi di unità

Verranno condotti dei test su ipotesi statistiche per accettare o rigettare le ipotesi:

H0: $\mu_0 = \mu_1$

non c'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

H1: $\mu_0 \neq \mu_1$

C'è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni osservati

Ci si trova nel caso non parametrico, $n=2$ (poiché i trattamenti sono 2) e i campioni sono indipendenti.

Si utilizzerà il test delle ipotesi *Mann Withney U-Test*

Esecuzione dell'esperimento

E' stata simulata l'esecuzione degli otto esperimenti conformemente a quanto precedentemente pianificato e di seguito i valori osservati.

Esperimento 1

	PRIMA OSSERVAZIONE									
TecnTestU	elenco									
ToolUtilU	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilU	0,4									
%PersExpToolsUtilU	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTU	0,4	0,3	0,2	0,4	0,47619	0,583333	0,307692	0,333333	0,4	0,48
%TPianCTU	0,5	0,428571	0,333333	0,509804	0,553191	0,538462	0,444444	0,444444	0,5	0,6
StNumCTU	20	20	30	15	21	24	26	30	25	25
StTPianCTUA	0,2									
%TPianCTUlett	0,5									
QuaCTUA	30									

	SECONDA OSSERVAZIONE									
TecnTestU	elenco									
ToolUtilU	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilU	0,4									
%PersExpToolsUtilU	0,9									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTU	0,4	0,461538	0,357143	0,25	0,363636	0,416667	0,380952	0,363636	0,272727	0,357143
%TPianCTU	0,512821	0,548446	0,471698	0,404662	0,485981	0,469925	0,504194	0,466657	0,460123	0,465549
StNumCTU	20	26	28	24	22	24	21	22	22	28
StTPianCTUA	0,2									
%TPianCTUlett	0,5									
QuaCTUA	30									

	TERZA OSSERVAZIONE									
TecnTestU	elenco									
ToolUtilU	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilU	0,9									
%PersExpToolsUtilU	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTU	0,2	0,2	0,105263	0,2	0,210526	0,25	0,222222	0,2	0,2	0,210526
%TPianCTU	0,5	0,5	0,46729	0,636364	0,606897	0,507692	0,526316	0,5	0,545455	0,662722
StNumCTU	24	26	22	24	22	20	21	28	22	28
StTPianCTUA	0,2									
%TPianCTUlett	0,5									
QuaCTUA	30									

Tabella 103 campioni di osservazioni dell'esperimento 1

Esperimento 2

	PRIMA OSSERVAZIONE									
TecnTestU	elenco									
ToolUtilU	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilU	0,9									
%PersExpToolsUtilU	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTU	0,2	0,2	0,105263	0,2	0,210526	0,25	0,222222	0,2	0,2	0,210526
%TPianCTU	0,5	0,5	0,46729	0,636364	0,606897	0,507692	0,526316	0,5	0,545455	0,662722
StNumCTU	24	26	22	24	22	20	21	28	22	28
StTPianCTUA	0,2									

%TPianCTUlett	0,5									
QuaCTUA	30									

	SECONDA OSSERVAZIONE									
TecnTestU	elenco									
ToolUtilU	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilU	0,9									
%PersExpToolsUtilU	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,8									
StTPianCTU	0,210526	0,2	0,105263	0,2	0,210526	0,19	0,18	0,2	0,2	0,230526
%TPianCTU	0,512821	0,5	0,46729	0,636364	0,606897	0,439383	0,473684	0,5	0,545455	0,682699
StNumCTU	23	27	20	22	24	22	25	24	24	26
StTPianCTUA	0,2									
%TPianCTUlett	0,5									
QuaCTUA	30									

Tabella 104 campioni di osservazioni dell'esperimento 2

Esperimento 3

	PRIMA OSSERVAZIONE									
TecnTestI	elenco									
ToolUtilI	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilI	0,4									
%PersExpToolsUtilI	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTI	0,4	0,4	0,4	0,384615	0,384615	0,5	0,384615	0,416667	0,4	0,32
%TPianCTI	0,5	0,571429	0,666667	0,490196	0,446809	0,461538	0,555556	0,555556	0,5	0,4
StNumCTI	20	20	20	26	26	20	26	24	25	25
StTPianCTIA	0,2									
%TPianCTILett	0,5									
QuaCTIA	30									

	SECONDA OSSERVAZIONE									
TecnTestI	elenco									
ToolUtilI	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtilI	0,4									
%PersExpToolsUtilI	0,9									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTI	0,38	0,38	0,4	0,3678	0,384615	0,47	0,374615	0,4156	0,32	0,41
%TPianCTI	0,487179	0,451554	0,528302	0,595338	0,514019	0,530075	0,495806	0,533343	0,539877	0,534451
StNumCTI	25	25	21	21	24	23	23	20	29	26
StTPianCTIA	0,2									
%TPianCTILett	0,5									

QuaCTIA	30									
	TERZA OSSERVAZIONE									
TecnTestI	elenco									
ToolUtile	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtile	0,9									
%PersExpToolsUtile	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTI	0,2	0,2	0,12	0,114286	0,136364	0,242424	0,2	0,2	0,166667	0,107143
%TPianCTI	0,5	0,5	0,53271	0,363636	0,393103	0,492308	0,473684	0,5	0,454545	0,337278
StNumCTI	21	22	25	26	21	22	27	27	24	23
StTPianCTIA	0,2									
%TPianCTILett	0,5									
QuaCTIA	30									

Tabella 105 campioni di osservazioni dell'esperimento 3

Esperimento 4

	PRIMA OSSERVAZIONE									
TecnTestI	elenco									
ToolUtile	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtile	0,9									

%PersExpToolsUtile	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,3									
StTPianCTI	0,2	0,2	0,12	0,114286	0,136364	0,242424	0,2	0,2	0,166667	0,107143
%TPianCTI	0,5	0,5	0,53271	0,363636	0,393103	0,492308	0,473684	0,5	0,454545	0,337278
StNumCTI	21	22	25	26	21	22	27	27	24	23
StTPianCTIA	0,2									
%TPianCTILett	0,5									
QuaCTIA	30									

	SECONDA OSSERVAZIONE									
TecnTestI	elenco									
ToolUtile	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpTecUtile	0,9									
%PersExpToolsUtile	0,4									
%PersExpDomAppl:	0,8									
StTPianCTI	0,2	0,2	0,12	0,114286	0,136364	0,242424	0,2	0,2	0,166667	0,107143

%TPianCTI	0,487179	0,5	0,53271	0,363636	0,393103	0,560617	0,526316	0,5	0,454545	0,317301
StNumCTI	40	35	50	35	44	33	40	40	36	56
StTPianCTIA	0,2									
%TPianCTILett	0,5									
QuaCTIA	30									

Tabella 106 campioni di osservazioni dell'esperimento 4

Esperimento 5

	PRIMA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestU	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTU	0,5									
StLOCStubFitzU	50									
StTEsecCTU	0,4	0,5	0,454545	0,6	0,48	0,48	0,4	0,5	0,6	0,6
%TEsecCTU	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
%CTUPos	0,2	0,15	0,136364	0,3	0,2	0,4	0,32	0,4	0,4	0,5
StTEsecCTUA	0,2									
%TEsecCTULett	0,5									

%CTUPosA	0,6									
----------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		SECONDA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestU	elenco										
%PersExpTest	0,8										
%PersExpToolsUtilEsecTU	0,9										
StLOCStubFitzU	50										
StTEsecCTU	0,42	0,5	0,6	0,6	0,42	0,4	0,433333	0,5	0,393333	0,6	
%TEsecCTU	0,512195	0,555556	0,580645	0,545455	0,478178	0,444444	0,5	0,555556	0,440299	0,5	
%CTUPos	0,136364	0,3	0,2	0,336364	0,32	0,15	0,136364	0,3	0,5	0,4	
StTEsecCTUA	0,2										
%TEsecCTUlett	0,5										
%CTUPosA	0,6										

		TERZA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestU	elenco aggiornato										
%PersExpTest	0,8										
%PersExpToolsUtilEsecTU	0,9										

StLOCStubFitzU	50									
StTEsecCTU	0,19	0,166667	0,214286	0,142857	0,192308	0,19	0,195882	0,15	0,19	0,15
%TEsecCTU	0,487179	0,478261	0,540984	0,416667	0,490196	0,570815	0,439314	0,473684	0,487179	0,428571
%CTUPos	0,4	0,32	0,4	0,4	0,5	0,136364	0,3	0,2	0,336364	0,32
StTEsecCTUA	0,2									
%TEsecCTUlett	0,5									
%CTUPosA	0,6									

Tabella 107 campioni di osservazioni dell'esperimento 5

Esperimento 6

	PRIMA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestU	elenco aggiornato									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTU	0,9									
StLOCStubFitzU	50									
StTEsecCTU	0,19	0,166666667	0,214286	0,142857	0,192308	0,19	0,195882	0,15	0,19	0,15
%TEsecCTU	0,487179487	0,47826087	0,540984	0,416667	0,490196	0,570815	0,439314	0,473684	0,487179	0,428571

%CTUPos	0,4	0,32	0,4	0,4	0,5	0,136364	0,3	0,2	0,336364	0,32
StTEsecCTUA	0,2									
%TEsecCTUlett	0,5									
%CTUPosA	0,6									

SECONDA OSSERVAZIONE										
ToolsEsecTestU	elenco aggiornato									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTU	0,9									
StLOCStubFitzU	70									
StTEsecCTU	0,2	0,196666667	0,204286	0,192857	0,192308	0,2	0,205882	0,2	0,2	0,2
%TEsecCTU	0,487804878	0,411019633	0,529095	0,478723	0,478011	0,405797	0,451613	0,428571	0,487805	0,487805
%CTUPos	0,7	0,625	0,642857	0,714286	0,769231	0,733333	0,705882	0,666667	0,685714	0,7
StTEsecCTUA	0,2									
%TEsecCTUlett	0,5									
%CTUPosA	0,6									

Tabella 108 campioni di osservazioni dell'esperimento 6

Esperimento 7

Tabella 109 campioni di osservazioni dell'esperimento 7

	PRIMA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestI	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTI	0,5									
StLOCStubFitzI	50									
StTEsecCTI	0,4	0,5	0,454545	0,6	0,48	0,48	0,4	0,5	0,6	0,6
%TEsecCTI	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
%CTIPos	0,2	0,3	0,25	0,25	0,25	0,25	0,333333	0,25	0,3	0,3
StTEsecCTIA	0,2									
%TEsecCTILett	0,5									
%CTIPosA	0,6									

	SECONDA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestI	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTI	0,9									

StLOCStubFitzl	50									
StTEsecCTI	0,4	0,4	0,433333	0,5	0,458333	0,5	0,433333	0,4	0,5	0,6
%TEsecCTI	0,487805	0,444444	0,419355	0,454545	0,521822	0,555556	0,5	0,444444	0,559701	0,5
%CTIPos	0,2	0,15	0,136364	0,3	0,2	0,4	0,32	0,4	0,4	0,5
StTEsecCTIA	0,2									
%TEsecCTILett	0,5									
%CTIPosA	0,6									

	TERZA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestI	elenco aggiornato									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTI	0,9									
StLOCStubFitzl	50									
StTEsecCTI	0,2	0,181818	0,181818	0,2	0,2	0,142857	0,25	0,166667	0,2	0,2
%TEsecCTI	0,512821	0,521739	0,459016	0,583333	0,509804	0,429185	0,560686	0,526316	0,512821	0,571429
%CTIPos	0,3	0,2	0,336364	0,32	0,269231	0,2	0,3	0,25	0,25	0,7
StTEsecCTIA	0,2									

%TEsecCTIlett	0,5									
%CTIPosA	0,6									

Tabella 110 campioni di osservazioni dell'esperimento 7

Esperimento 8

	PRIMA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestI	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTI	0,9									
StLOCStubFitzI	50									
StTEsecCTI	0,2	0,181818	0,181818	0,2	0,2	0,142857	0,25	0,166667	0,2	0,2
%TEsecCTI	0,512821	0,521739	0,459016	0,583333	0,509804	0,429185	0,560686	0,526316	0,512821	0,571429
%CTIPos	0,3	0,2	0,336364	0,32	0,269231	0,2	0,3	0,25	0,25	0,7
StTEsecCTIA	0,2									
%TEsecCTIlett	0,5									
%CTIPosA	0,6									

	SECONDA OSSERVAZIONE									
ToolsEsecTestI	elenco									
%PersExpTest	0,8									
%PersExpToolsUtilEsecTI	0,9									
StLOCStubFitzI	70									
StTEsecCTI	0,21	0,281818	0,181818	0,21	0,21	0,292857	0,25	0,266667	0,21	0,21
%TEsecCTI	0,512195	0,58898	0,470905	0,521277	0,521989	0,594203	0,548387	0,571429	0,512195	0,512195
%CTIPos	0,8	0,590909	0,727273	0,75	0,6	0,642857	0,666667	0,666667	0,742857	0,733333
StTEsecCTIA	0,2									
%TEsecCTILett	0,5									
%CTIPosA	0,6									

Tabella 111 campioni di osservazioni dell'esperimento 8

Analisi Statistica dei dati rilevati per validare la relazione causa-effetto tra il trattamento ed il miglioramento delle misure

Esperimento 1

Si sono confrontati i valori dell'effort assoluto per la pianificazione dei test di unità nei tre campioni di osservazioni mediante il test per le ipotesi Kruskal-Wallis.

I valori dell'effort assoluto sono stati inseriti in un'unica colonna, ed è stato associato ad essi il numero del gruppo di osservazioni a cui appartengono (1,2 o 3)

	Effort assoluto per la pianificazione dei test di unità	Numero del gruppo di osservazioni
1	0,4	1
2	0,3	1
3	0,2	1
4	0,4	1
5	0,476190476	1
6	0,583333333	1
7	0,307692308	1
8	0,333333333	1
9	0,4	1
10	0,48	1
11	0,4	2
12	0,461538462	2
13	0,357142857	2
14	0,25	2
15	0,363636364	2
16	0,416666667	2
17	0,380952381	2
18	0,363636364	2
19	0,272727273	2
20	0,357142857	2
21	0,2	3
22	0,2	3
23	0,105263158	3
24	0,2	3
25	0,210526316	3
26	0,25	3
27	0,222222222	3

28	0,2	3
29	0,2	3
30	0,210526316	3

Tabella 112 effort assoluto per la pianificazione dei test di unità

Di seguito i risultati del test Kruskal-Wallis applicato sui tre campioni da confrontare:

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; Var1 (esperimento1.sta)
 Independent (grouping) variable: Var2
 Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30) = 17,00342$ $p = ,0002$

	Code	Valid	Sum of
Grp.1	1	10	207,0000
Grp.2	2	10	196,0000
Grp.3	3	10	62,0000

Median Test, Overall Median = ,320512; Var1 (esperimento1.sta)
 Independent (grouping) variable: Var2
Chi-Square = 15,20000, $df = 2$, $p = ,0005$

	Grp.1	Grp.2	Grp.3	Total
<= Median: observed	3,00000	2,00000	10,00000	15,00000
Expected	5,00000	5,00000	5,00000	
obs.-exp.	-2,00000	-3,00000	5,00000	
> Median: observed	7,00000	8,00000	0,00000	15,00000
Expected	5,00000	5,00000	5,00000	
obs.-exp.	2,00000	3,00000	-5,00000	
Total: observed	10,00000	10,00000	10,00000	30,00000

Poichè $H (= 17,00342) > \text{Chi-Square} (=15,2)$ si deduce che si rifiuta l'ipotesi statistica H_0 e si accetta H_1 con livello di significatività $\alpha=0.05$, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le mediane.

Poiché i campioni confrontati sono tre, è necessario verificare mediante il boxplot quale campione si discosta di più dagli altri.

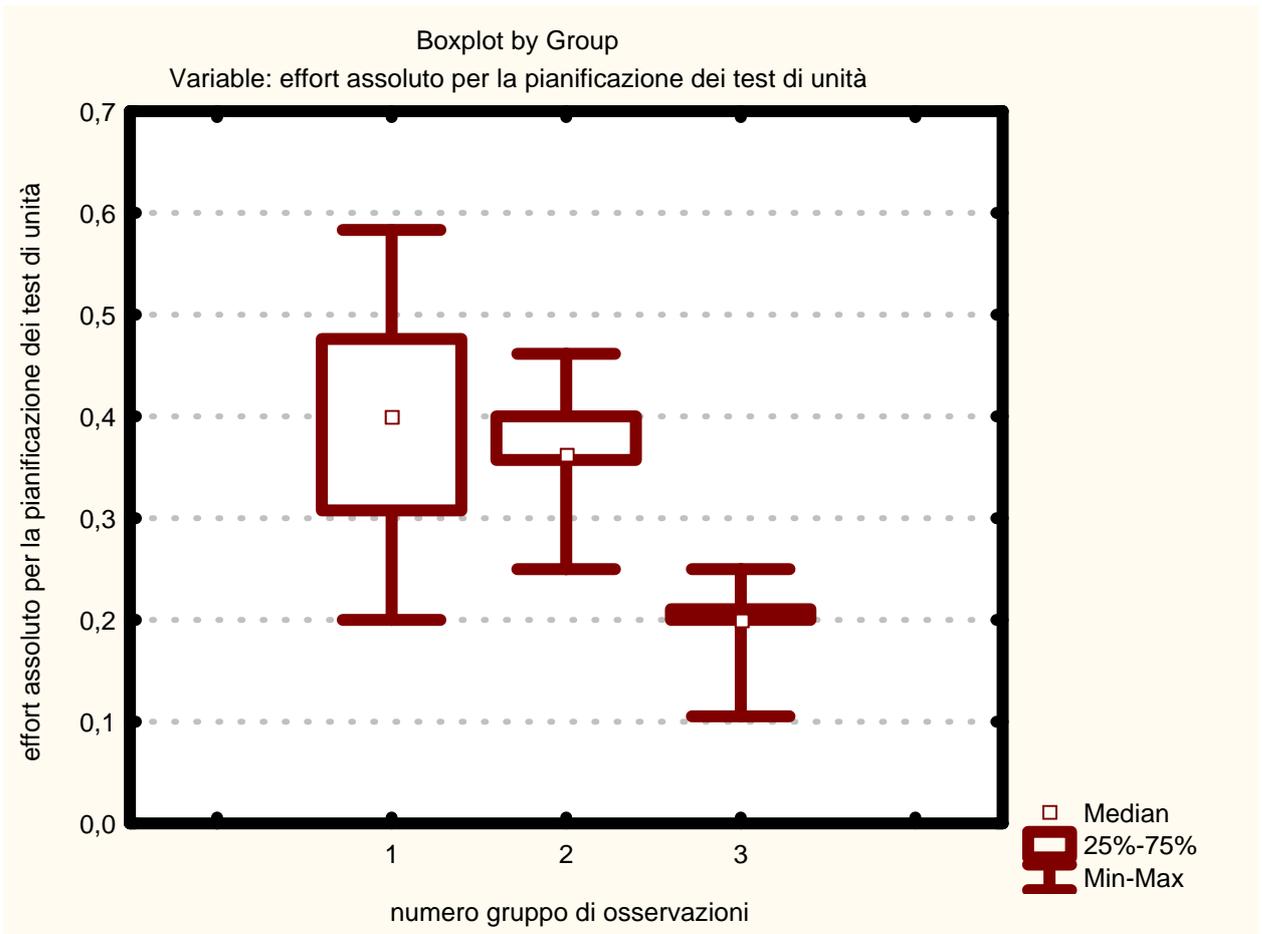


Figura 40 confronto box plot effort assoluto per la pianificazione dei test di unità nei tre campioni

Si osserva immediatamente che tra la mediana del campione di dati senza trattamento (1) e la mediana del campione di dati con trattamento (2) “miglioramento della conoscenza del team dei tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità” non vi è molta differenza, mentre una differenza significativa vi è tra la mediana del campione 1 e la mediana del campione 3 “miglioramento della conoscenza del team delle tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità”

Inoltre la mediana del valore di effort assoluto nel campione 3 rientra nella soglia 0.2 .

Per soddisfare gli obiettivi di qualità richiesti le misure rilevate sui prodotti e sui processi devono raggiungere predefinite soglie. Le soglie da raggiungere sono dipendenti dal contesto di esecuzione del processo e dal committente del prodotto, nel caso della pianificazione dei test di unità queste soglie attese derivano dal confronto con gli altri progetti. Normalmente si definisce un intervallo di successo entro i quali il processo od il prodotto si considera abbia raggiunto l’obiettivo, e una soglia di insuccesso al di sotto della quale il processo od il prodotto è rigettato.

Se si è raggiunti la soglia di insuccesso è indispensabile individuare ed eseguire iniziative di miglioramento.

Quindi si può concludere che: migliorando la conoscenza del team delle tecniche utilizzate per la pianificazione dei test di unità si influisce positivamente sull’effort assoluto impiegato per la

pianificazione dei test di unità, tanto da farlo rientrare nelle soglie previste, mentre pur migliorando la conoscenza del team dei tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità non si influisce significativamente sull'effort assoluto (infatti pur diminuendo di poco, rimane comunque al di sopra della soglia prevista). E' necessario introdurre nuovi tool facendo innovazione tecnologica. Queste modifiche dovranno essere valutate mediante un nuovo esperimento, è necessario modificare iterativamente la definizione dei goal e la pianificazione finchè non si raggiunge l'obiettivo di qualità desiderato.

Dai box plot si possono derivare osservazioni riguardanti la distribuzione dei valori dei campioni:

Il campione 1 di dati (senza trattamento) presenta il 100% dei valori al di sopra della soglia attesa. Si osserva una struttura molto simmetrica ad indicare che le osservazioni sono diluite uniformemente nell'intervallo di variazione $[0,1, 0,6]$, di cui il 50% dei valori di effort è compreso tra 0,3 e 0,5 e ben il 25% tra 0,5 e 0,6 si può quindi dedurre che tali condizioni non sono per nulla favorevoli all'effort assoluto nella pianificazione dei casi di test di unità.

Il campione 2 di dati (con trattamento miglioramento dei tool per la pianificazione dei test di unità) ha un range(max - min) di valori inferiore rispetto al precedente, tuttavia l'intervallo di variazione rimane sempre al di sopra della soglia 0,2, quindi anche queste condizioni non sono favorevoli all'effort assoluto.

Il campione 3 di dati (con trattamento miglioramento delle tecniche per la pianificazione dei test di unità), come già detto prima, si discosta significativamente dagli altri campioni di dati. In particolare, analizzando il boxplot dei valori di effort del solo campione 3 più in dettaglio, considerando anche gli outliers, si osserva che il 50% dei valori è fissato sulla soglia, che del restante 50% la metà ha valori inferiori al terzo quartile: 0.2105 e il restante è comunque inferiore allo 0.22, in conclusione, pur superando la soglia attesa, la superano di poco.

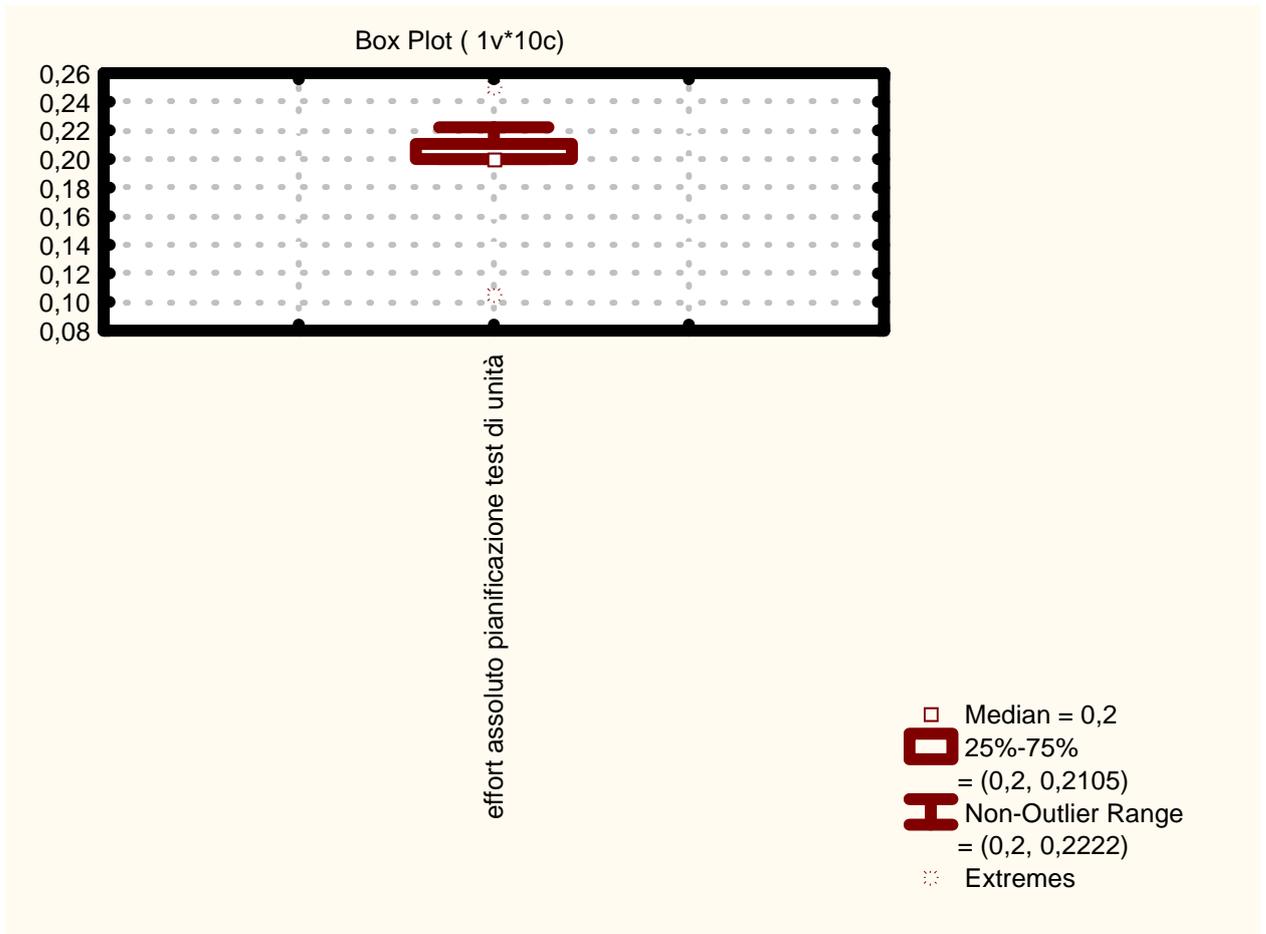


Figura 41 box-plot effor assoluto terzo campione

Esperimento 2

	StNumCasiPian	gruppo osservazioni
1	24	1
2	26	1
3	22	1
4	24	1
5	22	1
6	20	1
7	21	1
8	28	1
9	22	1
10	28	1
11	23	2
12	27	2
13	20	2
14	22	2

15	24	2
16	22	2
17	25	2
18	24	2
19	24	2
20	26	2

Tabella 113 numero standardizzato di casi di test di unità pianificati

Di seguito i risultati del test Mann-Whitney U Test applicato ai due campioni da confrontare:

Mann-Whitney U Test (Mann-Whitney.sta)
 By variable gruppo osservazioni
 Marked tests are significant at $p < ,05000$

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N	2*1sided
StNumCasiPian	102,000 0	108,000 0	47,000 00	- 0,22677 9	0,8205 96	- 0,23053 6	0,8176 75	10	10	0,8534 28

Il p-valore è la probabilità di avere i dati osservati quando l'ipotesi nulla H_0 è vera. Per determinare quando si deve rifiutare o accettare l'ipotesi nulla si confronta con il p-level calcolato con α che è la massima probabilità di fare un errore di Tipo 1, in particolare di rigettare l'ipotesi nulla H_0 quando questa è vera. Tipicamente $\alpha=0,05$ che corrisponde al 95% di intervallo di confidenza.

- Se il p valore è minore di alfa si rigetta l'ipotesi nulla H_0 e si accetta l'ipotesi H_1 .
- Se p-valore è maggiore di alfa si accetta l'ipotesi nulla H_0

Graficamente il p-valore si visualizza così:

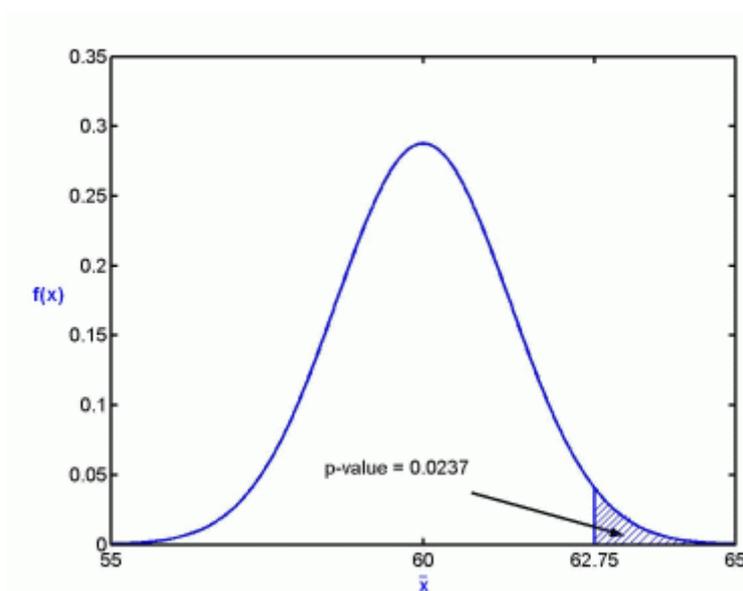
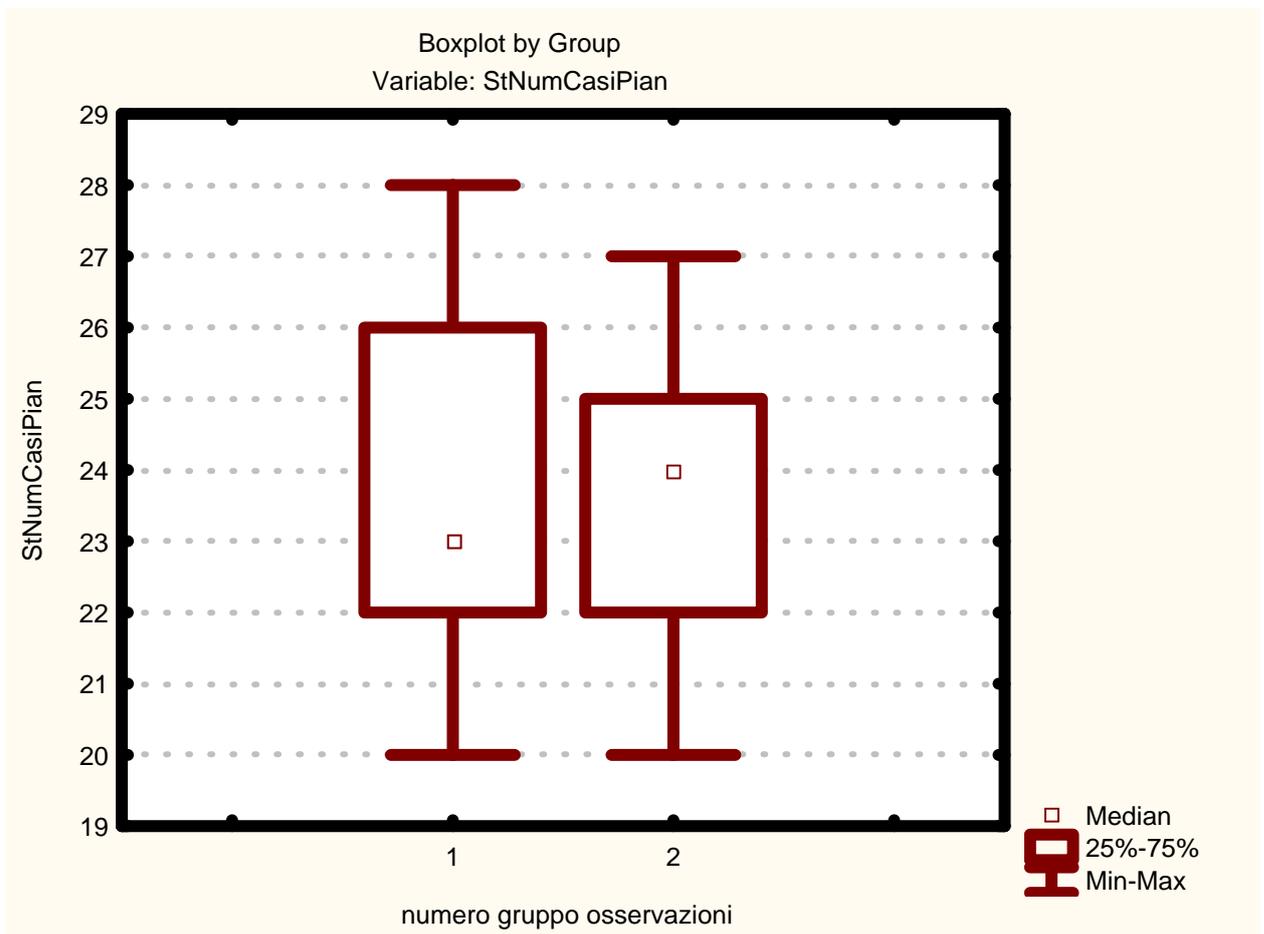


Figura 42 p-level

Poichè il **p-level è 0,82059** che è **maggiore della significatività** desiderata per il test: $\alpha=0,05$ si deduce che si accetta l'ipotesi nulla H_0 : non vi è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei campioni, cioè la conoscenza del dominio applicativo da parte del team non influisce sulla pianificazione dei test di unità.

Tale risultato si osserva più direttamente dal confronto dei boxplot dei due campioni. Si nota, infatti, che non vi è molta differenza tra le medie dei due campioni, con e senza trattamento, e che in entrambi i casi tutte le osservazioni sono al di sotto della soglia attesa: 30 casi di test di unità pianificati.


Figura 43 confronto box plot numero standardizzato di piani di casi di test di unità nei due campioni

Il risultato dell'esperimento è un feedback per il modello di qualità, infatti si può dedurre che il variation factor "conoscenza del dominio applicativo" definiti nel modello di qualità non è rilevante per il quality focus definito, cioè la relazione tra variation factor e il quality focus non è bilanciata, è necessario quindi rivedere e correggere il modello di qualità.

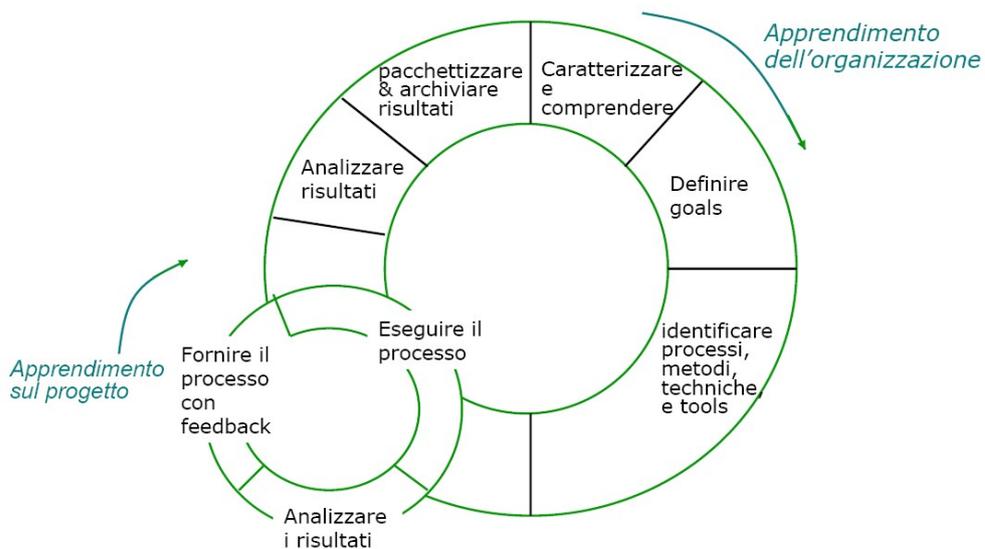


Figura 44 Quality improvement paradigm

Esperimento 3

	effort assoluto per la pianificazione dei test d'integrazione	numero gruppo di osservazioni
1	0,4	1
2	0,4	1
3	0,4	1
4	0,384615385	1
5	0,384615385	1
6	0,5	1
7	0,384615385	1
8	0,416666667	1
9	0,4	1
10	0,32	1
11	0,38	2
12	0,38	2
13	0,4	2
14	0,3678	2
15	0,384615385	2
16	0,47	2
17	0,374615385	2
18	0,4156	2
19	0,32	2
20	0,41	2
21	0,2	3

22	0,2	3
23	0,12	3
24	0,114285714	3
25	0,136363636	3
26	0,242424242	3
27	0,2	3
28	0,2	3
29	0,166666667	3
30	0,107142857	3

Tabella 114 effort assoluto per la pianificazione dei test d'integrazione

Di seguito i risultati del test Kruskal-Wallis applicato ai tre campioni da confrontare:

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; StEffAssol (goal2 kruscal.sta)
 Independent (grouping) variable: gruppi osservazioni
 Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30) = 19,91251$ $p = ,0000$

	Code	Valid	Sum of
Grp.1	1	10	217,0000
Grp.2	2	10	193,0000
Grp.3	3	10	55,0000

Median Test, Overall Median = ,380000; StEffAssol (goal2 kruscal.sta)
 Independent (grouping) variable: gruppi osservazioni
Chi-Square = 16,33929, $df = 2$, $p = ,0003$

	Grp.1	Grp.2	Grp.3	Total
<= Median: observed	1,00000	5,00000	10,00000	16,00000
expected	5,33333	5,33333	5,33333	
obs.-exp.	-4,33333	-0,33333	4,66667	
> Median: observed	9,00000	5,00000	0,00000	14,00000
expected	4,66667	4,66667	4,66667	
obs.-exp.	4,33333	0,33333	-4,66667	
Total: observed	10,00000	10,00000	10,00000	30,00000

Poichè $H(= 19,91251) > \text{Chi-Square}(= 16,33929)$ si rifiuta l'ipotesi nulla H_0 e si accetta H_1 con livello di significatività $\alpha=0,05$, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le mediane dei tre campioni. Per individuare quale dei campioni si discosta di più dagli altri si ricorre al boxplot.

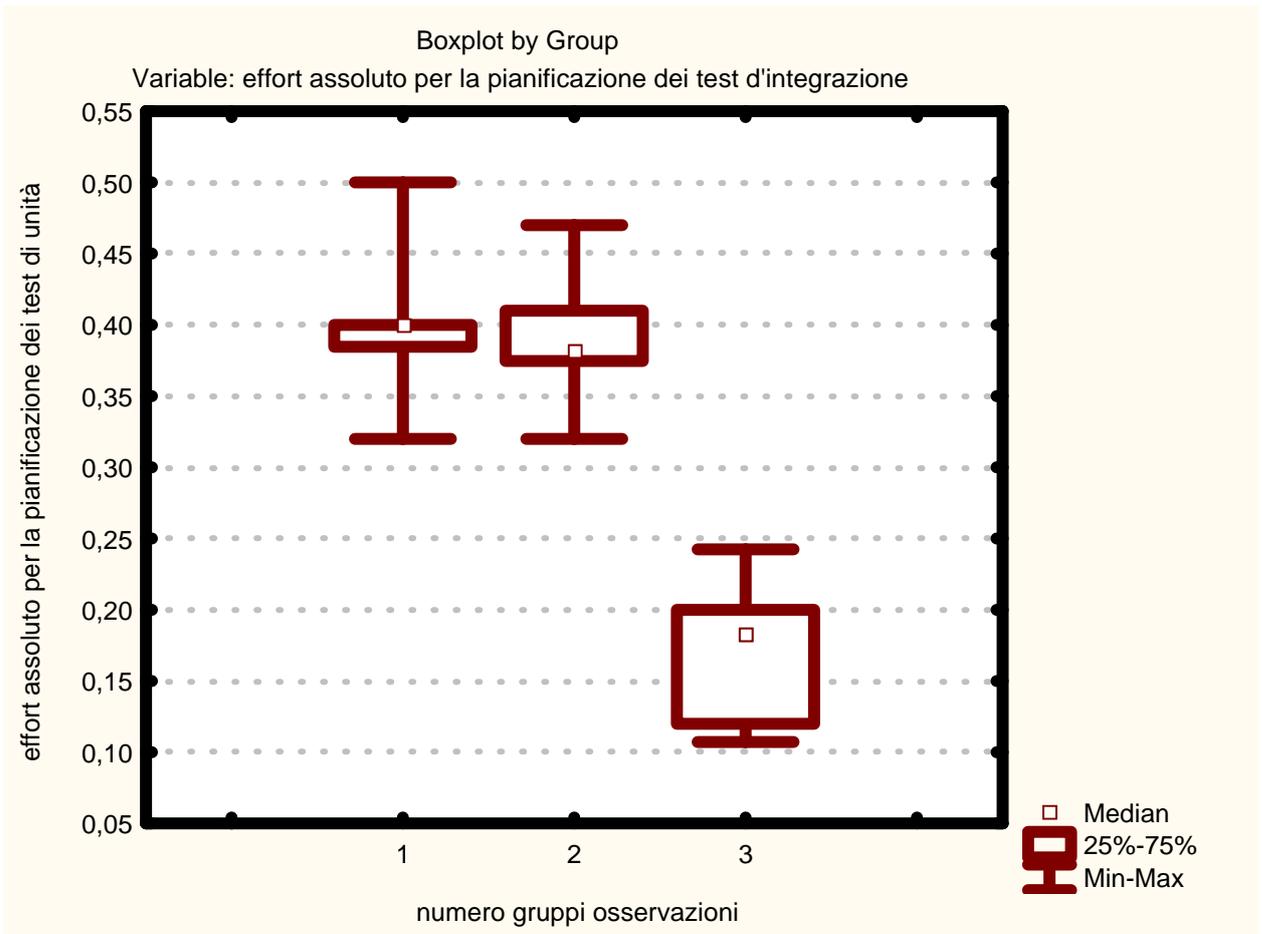


Figura 45 confronto box-plot effort assoluto per la pianificazione dei test d'integrazione nei tre campioni

Si osserva immediatamente che tra la mediana del campione di dati senza trattamento (1) e la mediana del campione di dati con trattamento (2) “miglioramento della conoscenza del team dei tool utilizzati per la pianificazione dei test d’integrazione” non vi è molta differenza, mentre una differenza significativa vi è tra la mediana del campione 1 e la mediana del campione 3 “miglioramento della conoscenza del team delle tecniche utilizzate per la pianificazione dei test d’integrazione”

Inoltre la mediana del valore di effort assoluto nel campione 3 rientra nella soglia 0.2 prevista dal confronto con altri progetti.

Quindi si può concludere che: migliorando la conoscenza del team delle tecniche utilizzate per la pianificazione dei test d’integrazione si influisce positivamente sull’effort assoluto impiegato per la pianificazione dei test d’integrazione, tanto da farlo rientrare nelle soglie previste, mentre pur migliorando la conoscenza del team dei tool utilizzati per la pianificazione dei test d’integrazione non si influisce significativamente sull’effort assoluto (infatti pur diminuendo di poco, rimane comunque molto al di sopra della soglia prevista). E’ necessario introdurre nuovi tool facendo innovazione tecnologica. Queste modifiche dovranno essere valutate mediante un nuovo esperimento, è necessario modificare iterativamente la definizione dei goal e la pianificazione finchè non si raggiunge l’obiettivo di qualità desiderato.

Dai box plot si possono derivare osservazioni riguardanti la distribuzione dei valori dei campioni:

Il campione 1 di dati (senza trattamento) presenta il 100% dei valori al di sopra della soglia attesa. Si osserva una struttura molto allargata indice di ampia dispersione dei valori dei dati. Si può quindi dedurre che tali condizioni non sono per nulla favorevoli all'effort assoluto nella pianificazione dei casi di test d'integrazione, risultato prevedibile.

Il campione 2 di dati (con trattamento miglioramento dei tool per la pianificazione dei test d'integrazione) ha un range(max - min) di valori di poco inferiore rispetto al precedente, tuttavia l'intervallo di variazione, e quindi anche la mediana, rimangono sempre al di sopra della soglia 0,2, quindi anche queste condizioni non sono favorevoli all'effort assoluto.

Il campione 3 di dati (con trattamento miglioramento delle tecniche per la pianificazione dei test d'integrazione), come già detto prima, si discosta significativamente dagli altri campioni di dati. In particolare, analizzando il boxplot dei valori di effort del solo campione 3 più in dettaglio, considerando anche gli outliers, si osserva che il 75% dei valori è inferiore alla soglia e che solo il 25% supera la soglia al massimo del 4%. Questo risultato indica che il trattamento ha avuto gli effetti desiderati sul quality focus .

Esperimento 4

	StNumCasiPian	numero gruppi osservazioni
1	21	1
2	22	1
3	25	1
4	26	1
5	21	1
6	22	1
7	27	1
8	27	1
9	24	1
10	23	1
11	40	2
12	35	2
13	50	2
14	35	2
15	44	2
16	33	2
17	40	2
18	40	2
19	36	2
20	56	2

Tabella 115 numero standardizzato di piani di test d'integrazione

Di seguito i risultati del test Mann-Whitney U Test applicato sui tre campioni da confrontare:

Mann-Whitney U Test (goal2mann.sta)
 By variable gruppi osservazioni
 Marked tests are significant at $p < ,05000$

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N	2*1side d
StNumCasiPian	55,00000	155,0000	0,00	-3,77964	0,000157	-3,79106	0,000150	10	10	0,000011

A differenza dell'esperimento 2 relativo alla pianificazione dei test di unità, in questo esperimento il p-level è 0,00015 di molto inferiore alla soglia di significatività fissata $\alpha=0,05$

Si deduce che si rifiuta H_0 e si accetta H_1 con bassissima probabilità di commettere errore di primo tipo, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei due campioni, ovvero la conoscenza del dominio applicativo da parte del team influisce positivamente sul numero di casi di test d'integrazione pianificati.

Questo risultato si osserva direttamente dai boxplot delle osservazioni:

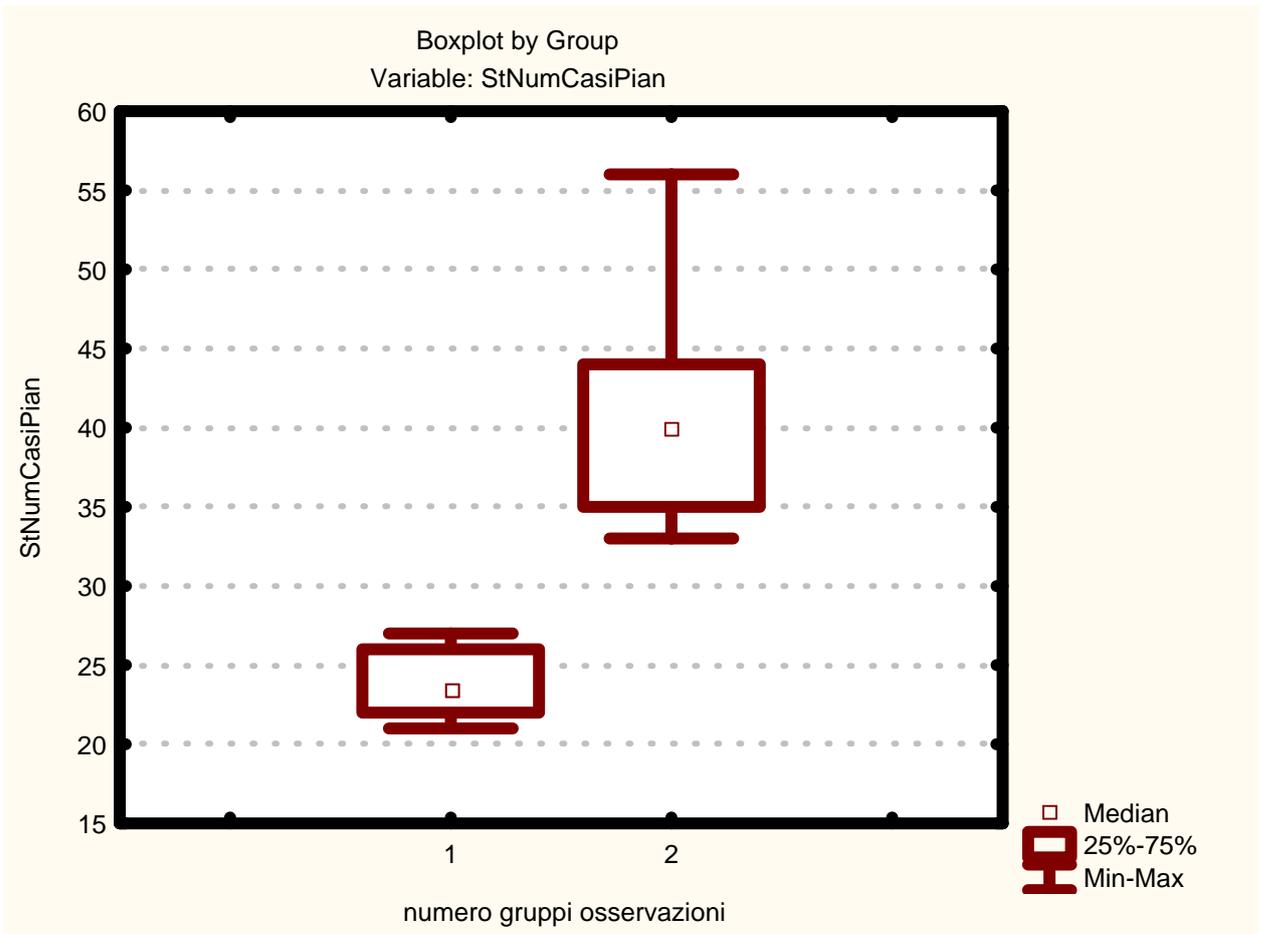


Figura 46 confronto box plot numero standardizzato di piani di casi di test d'integrazione nei due campioni

Prima del trattamento la mediana dei dati del numero di casi di test d'integrazione pianificati è 23,5 inferiore quindi alla soglia attesa 30, ottenuta dal confronto con altri progetti, mentre in seguito al trattamento è la mediana dei dati è 40, e il 100% delle osservazioni è al di sopra della soglia, con picchi di 55 casi di test pianificati, quasi il 20 % al di sopra della soglia attesa, un ottimo risultato.

Si osserva, quindi che non vi è un perfetto parallelismo tra la pianificazione dei test di unità e la pianificazione dei test d'integrazione, infatti nel primo caso la conoscenza del dominio applicativo non influisce sul numero di casi di test di unità pianificati, mentre nel secondo caso influisce moltissimo.

Esperimento 5

	effort assoluto per l'esecuzione dei casi di test di unità	numero gruppi osservazioni
1	0,4	1
2	0,5	1
3	0,454545455	1

4	0,6	1
5	0,48	1
6	0,48	1
7	0,4	1
8	0,5	1
9	0,6	1
10	0,6	1
11	0,42	2
12	0,5	2
13	0,6	2
14	0,6	2
15	0,42	2
16	0,4	2
17	0,433333333	2
18	0,5	2
19	0,393333333	2
20	0,6	2
21	0,19	3
22	0,166666667	3
23	0,214285714	3
24	0,142857143	3
25	0,192307692	3
26	0,19	3
27	0,195882353	3
28	0,15	3
29	0,19	3
30	0,15	3

Tabella 116 effort assoluto per l'esecuzione dei test di unità

Di seguito i risultati del test Kruskal-Wallis applicato sui tre campioni da confrontare:

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; StEffAssol (goal3.sta)
 Independent (grouping) variable: gruppi osservazioni
 Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30) = 19,67806$ $p = ,0001$

	Code	Valid	Sum of
Grp.1	1	10	210,5000
Grp.2	2	10	199,5000
Grp.3	3	10	55,0000

Median Test, Overall Median = ,420000; StEffAssol (goal3.sta)
 Independent (grouping) variable: gruppi osservazioni
Chi-Square = 13,92857, $df = 2$, $p = ,0009$

	Grp.1	Grp.2	Grp.3	Total
<= Median: observed	2,00000	4,00000	10,00000	16,00000
Expected	5,33333	5,33333	5,33333	
obs.-exp.	-3,33333	-1,33333	4,66667	
> Median: observed	8,00000	6,00000	0,00000	14,00000
expected	4,66667	4,66667	4,66667	
obs.-exp.	3,33333	1,33333	-4,66667	
Total: observed	10,00000	10,00000	10,00000	30,00000

Poichè $H (=19,67806) > \text{Chi-Square} (=13,92857)$ si deduce che si rifiuta l'ipotesi statistica H_0 e si accetta H_1 con livello di significatività $\alpha=0,05$, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le mediane.

Poiché i campioni confrontati sono tre, è necessario verificare mediante il boxplot quale campione si discosta di più dagli altri.

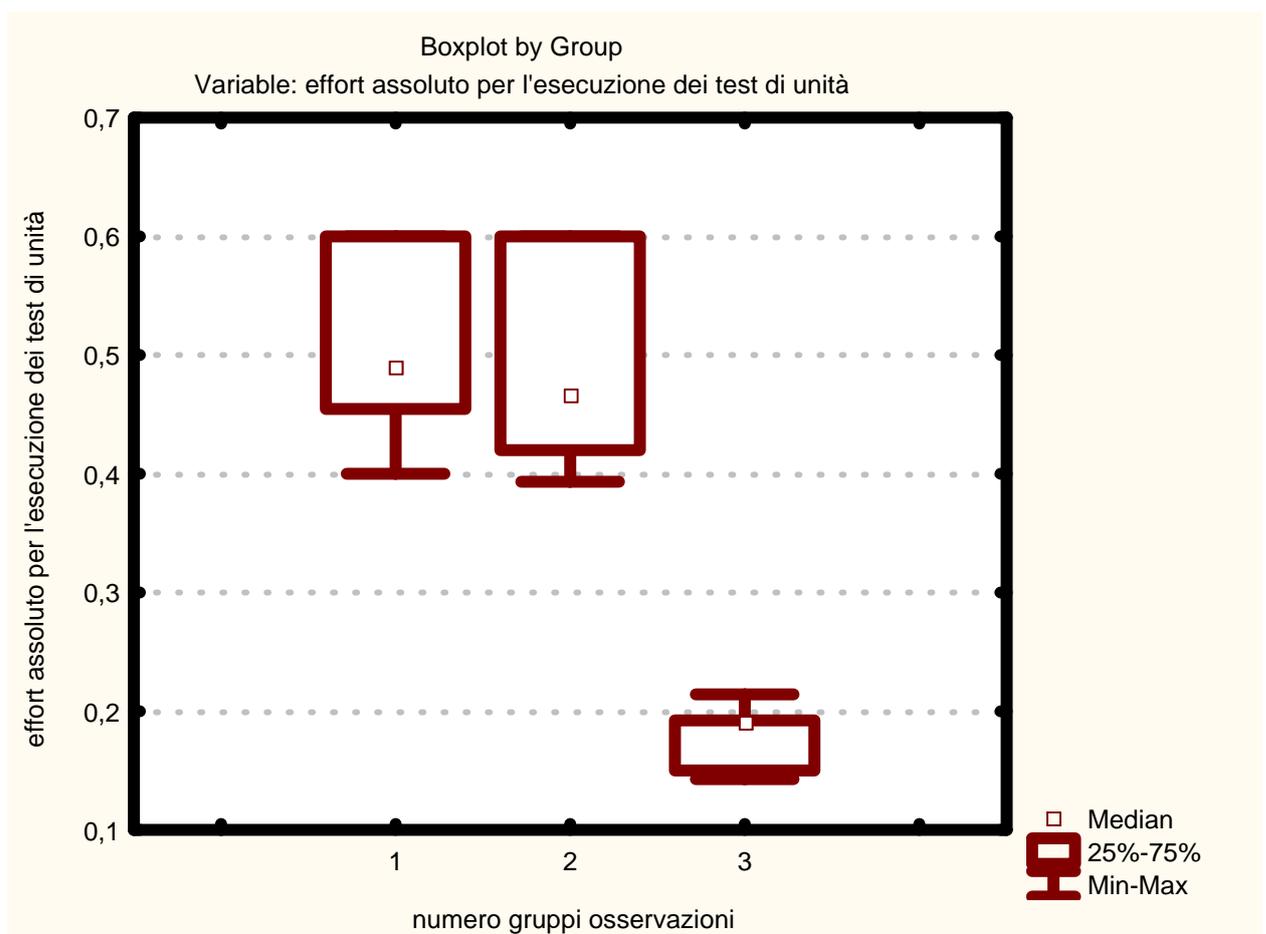


Figura 47 confronto box plot effort assoluto per l'esecuzione dei test di unità nei tre campioni

Si osserva immediatamente che tra la mediana del campione di dati senza trattamento (1) e la mediana del campione di dati con trattamento (2) "miglioramento della conoscenza dei tool utilizzati

Metodi sperimentali per la produzione del software

per l'esecuzione dei test di unità" non vi è molta differenza, mentre una differenza significativa vi è tra la mediana del campione 1 e la mediana del campione 3 "introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test di unità, associati a formazione del team riguardo questi"

Inoltre la mediana del valore di effort assoluto nel campione 3 rientra nella soglia 0.2 prevista dal confronto con altri progetti.

Quindi si può concludere che: per migliorare l'effort assoluto nell'esecuzione dei test di unità non è sufficiente aumentare la conoscenza del team dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità, ma è necessaria innovazione tecnologica e innovazione di conoscenza introducendo nuovi tool per l'esecuzione dei test di unità affiancati da corsi di formazione del team riguardo l'utilizzo di questi.

Questo esperimento è stato effettuato per avere conferma dei benefici derivanti dall'introduzione delle nuove tecnologie piuttosto che dall'utilizzo delle vecchie introducendo miglioramenti nella conoscenza delle stesse.

Quando si raggiungono gli obiettivi di qualità desiderati il management può decidere di:

- Migliorare il processo facendo salire ancora di più i valori verso la soglia
- Stringere l'intervallo di successo per aumentare la capacità del processo.
- Se le soglie massime sono state raggiunte e il processo è stabile si aumenta il valore delle soglie per indurre maggior maturità nel contesto di esecuzione

Poiché nel nostro caso i valori di effort assoluto sono per più del 75% sulla soglia 0,2 si può migliorare il processo aumentando la soglia di poco e introducendo nuovi trattamenti che migliorino i risultati di effort.

Dai box plot si possono derivare osservazioni riguardanti la distribuzione dei valori dei campioni:

Il campione 1 di dati (senza trattamento) presenta il 100% dei valori al di sopra della soglia attesa. L'intervallo di variazione è $[0,4, 0,6]$, di cui il 50% dei valori di effort è compreso tra 0,5 e 0,6 valori troppo alti, si può quindi dedurre che tali condizioni non sono per nulla favorevoli all'effort assoluto per l'esecuzione di test di unità, risultato prevedibile, motivo dell'indagine empirica condotta.

Il campione 2 di dati (con trattamento miglioramento della conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità) ha un range(max - min) di valori praticamente identico al precedente, nonostante la minima riduzione della mediana, questa rimane sempre al di sopra della soglia attesa di 0,2, quindi anche queste condizioni non sono favorevoli all'effort assoluto.

Il campione 3 di dati (con trattamento introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test di unità associati a corsi di aggiornamento riguardo gli stessi), come già detto prima, si discosta significativamente dagli altri campioni di dati. In particolare, analizzando il boxplot dei valori di effort del solo campione 3 più in dettaglio, considerando anche gli outliers, si osserva che più del 75% dei dati è al di sotto della soglia e che il restante 25% la supera al massimo del 2%.

Esperimento 6

	%CTPositivi	numero gruppi osservazioni
1	0,4	1
2	0,32	1
3	0,4	1
4	0,4	1
5	0,5	1
6	0,136363636	1
7	0,3	1
8	0,2	1
9	0,336363636	1
10	0,32	1
11	0,7	2
12	0,625	2
13	0,642857143	2
14	0,714285714	2
15	0,769230769	2
16	0,733333333	2
17	0,705882353	2
18	0,666666667	2
19	0,685714286	2
20	0,7	2

Figura 48 percentuale casi di test di unità positivi eseguiti

Di seguito i risultati del test Mann-Whitney U Test applicato ai due campioni da confrontare:

Mann-Whitney U Test (goal3 mann.sta)
 By variable gruppi osservazioni
 Marked tests are significant at $p < ,05000$

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N	2*1sided
%CTPositivi	55,00000	155,0000	0,00	-3,77964	0,000157	-3,78820	0,000152	10	10	0,000011

Il p-level = 0,00015 è di molto inferiore alla soglia di significatività fissata $\alpha=0,05$ si può concludere che si rifiuta H_0 e si accetta H_1 con bassissima probabilità di commettere errore di primo tipo, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei due campioni di dati, ovvero aumentando la grandezza media degli stub da 50 righe di codice a 70, aumenta notevolmente il numero di test di unità positivi alla prima esecuzione.

Questo risultato si osserva direttamente dal boxplot dei due campioni di dati. Infatti mentre nel caso del campione 1 la mediana è 0,32818 che è di molto inferiore alla soglia attesa dal confronto con altri

Metodi sperimentali per la produzione del software

progetti, 0,6, mentre nel caso del campione 2 la mediana è 0,7 e il 100% delle osservazioni è al di sopra della soglia, un ottimo risultato che indurrebbe senza dubbio ad aumentare la grandezza degli stub fittizi di unità utilizzati

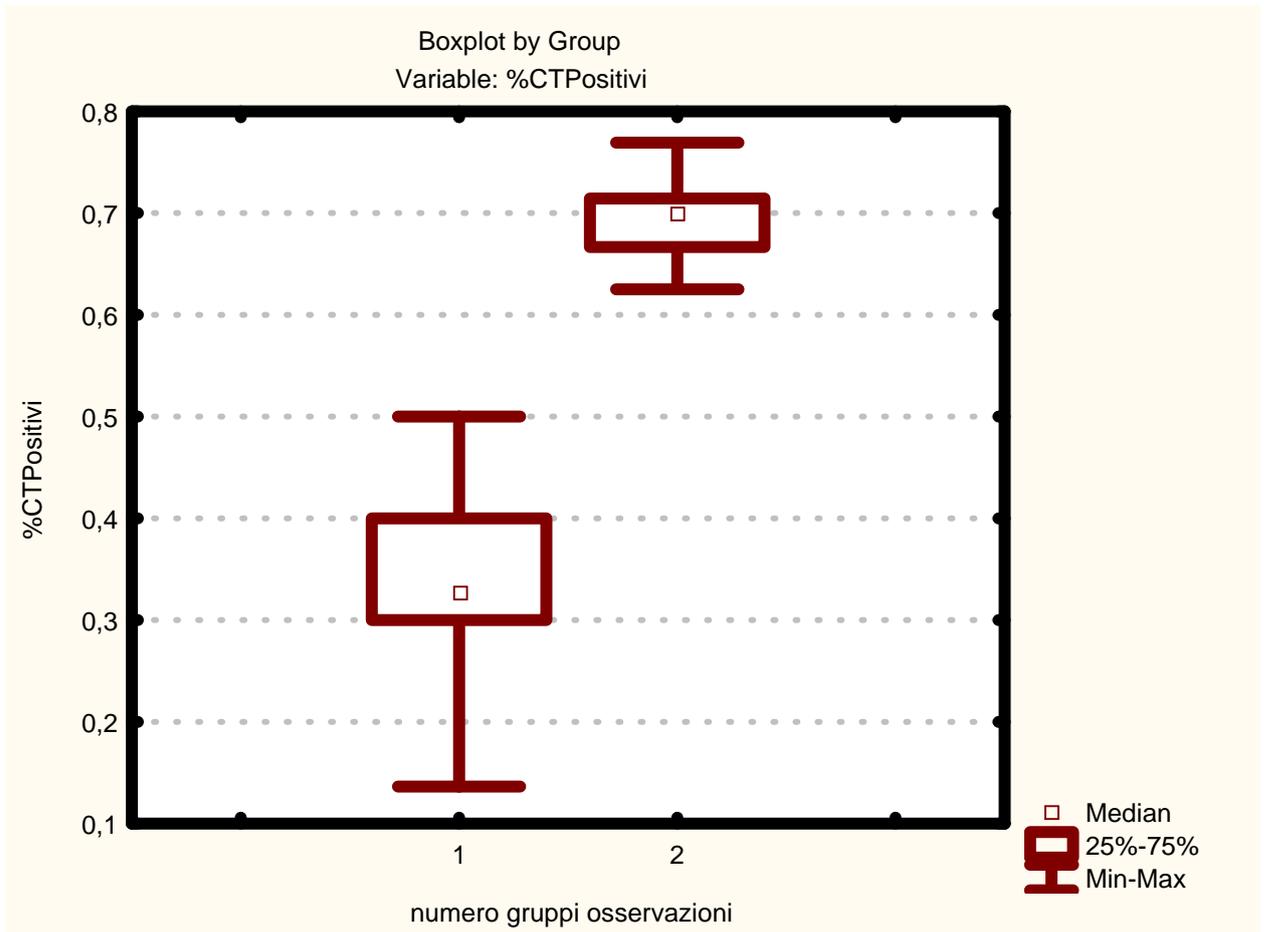


Figura 49 confronto box-plot percentuale casi di test di unità positivi nei due campioni

Come si è già osservato nelle baseline impacts del GQM l'aumento della grandezza degli stub oltre ad aumentare il numero di test positivi alla prima esecuzione può influire sulle ore uomo per l'esecuzione dei test, infatti Stub composti da più linee di codice implicano maggiore sforzo per eseguirli. È necessario, da parte del manager, effettuare un'analisi costi/benefici, per valutare se l'aumento della grandezza degli stub abbia effetti negativi sull'effort assoluto, e quindi che decisioni prendere, cioè se è preferibile aumentare il numero di test positivi a discapito dell'effort, o viceversa.

Osservando i boxplot dell'effort assoluto del campione di dati senza trattamento (1) e con trattamento (2), si osserva che la mediana del secondo campione è maggiore di quella del primo campione, tuttavia rimane sempre al di sotto della soglia di 0,2, quindi si può aumentare la grandezza degli stub, senza impattare significativamente sull'effort nell'esecuzione, e ottenendo ottimi risultati in termini di test di unità positivi.

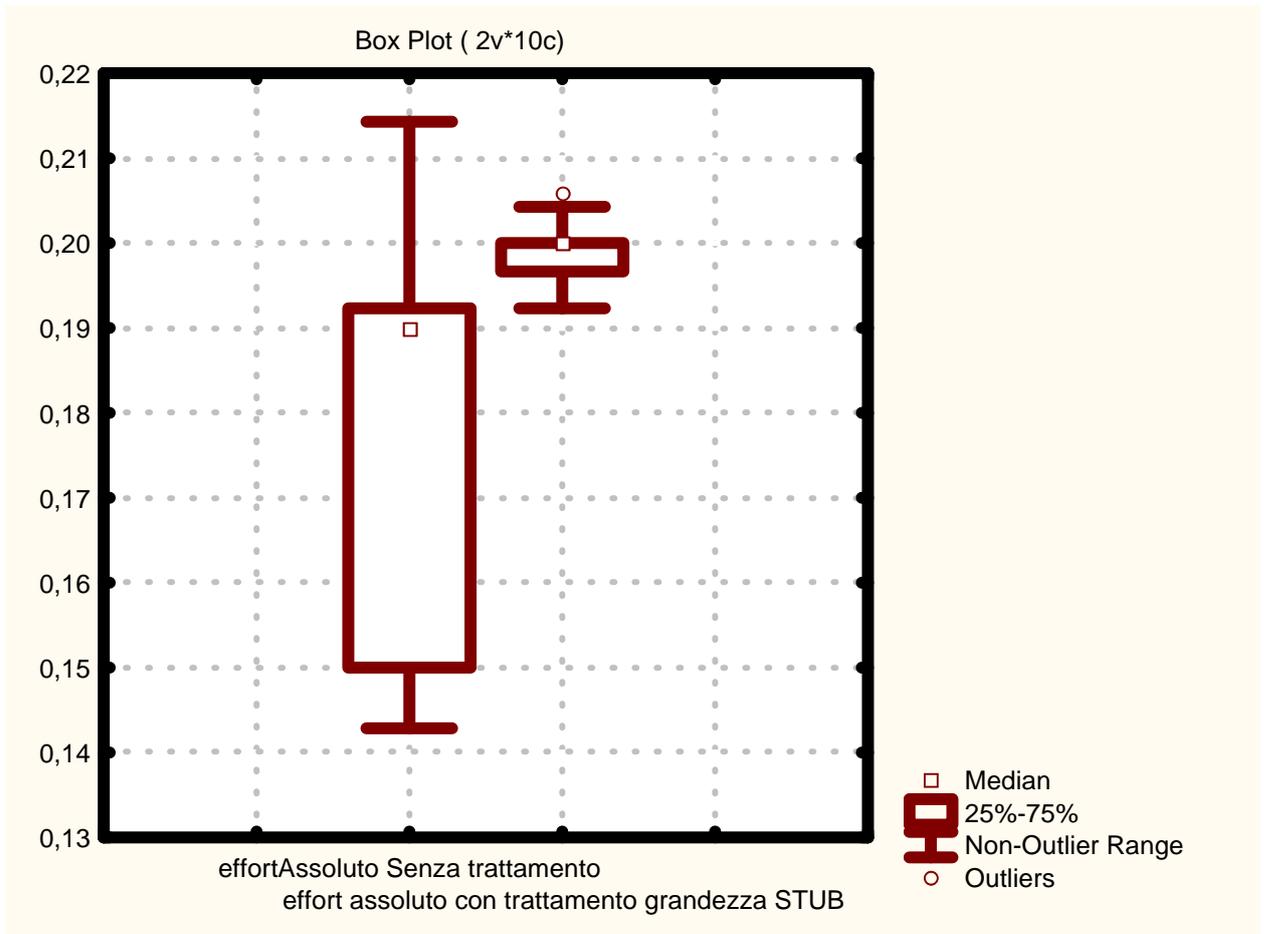


Figura 50 confronto box-plot effort assoluto nei due campioni con e senza trattamento aumento grandezza degli stub

Esperimento 7

	effort assoluto per l'esecuzione dei test d'integrazione	numero gruppi osservazioni
1	0,4	1
2	0,5	1
3	0,454545455	1
4	0,6	1
5	0,48	1
6	0,48	1
7	0,4	1
8	0,5	1
9	0,6	1
10	0,6	1
11	0,4	2
12	0,4	2

13	0,433333333	2
14	0,5	2
15	0,458333333	2
16	0,5	2
17	0,433333333	2
18	0,4	2
19	0,5	2
20	0,6	2
21	0,2	3
22	0,181818182	3
23	0,181818182	3
24	0,2	3
25	0,2	3
26	0,142857143	3
27	0,25	3
28	0,166666667	3
29	0,2	3
30	0,2	3

Tabella 117 effort assoluto per l'esecuzione dei test d'integrazione

Di seguito i risultati del test Kruskal-Wallis applicato sui tre campioni da confrontare:

Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks; StEffAssol (goal4whitney.sta)
 Independent (grouping) variable: gruppi osservazioni
 Kruskal-Wallis test: $H(2, N=30) = 20,15244$ $p = ,0000$

	Code	Valid	Sum of
Grp.1	1	10	218,5000
Grp.2	2	10	191,5000
Grp.3	3	10	55,0000

Median Test, Overall Median = ,416666; StEffAssol (goal4whitney.sta)
 Independent (grouping) variable: gruppi osservazioni
Chi-Square = 15,20000, $df = 2$, $p = ,0005$

	Grp.1	Grp.2	Grp.3	Total
<= Median: observed	2,00000	3,00000	10,00000	15,00000
expected	5,00000	5,00000	5,00000	
obs.-exp.	-3,00000	-2,00000	5,00000	
> Median: observed	8,00000	7,00000	0,00000	15,00000
expected	5,00000	5,00000	5,00000	
obs.-exp.	3,00000	2,00000	-5,00000	
Total: observed	10,00000	10,00000	10,00000	30,00000

Poichè $H (=20,15244) > \text{Chi-Square} (=15,20000)$ si deduce che si rifiuta l'ipotesi statistica H_0 e si accetta H_1 con livello di significatività $\alpha=0,05$, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le mediane.

Poiché i campioni confrontati sono tre, è necessario verificare mediante il boxplot quale campione si discosta di più dagli altri.

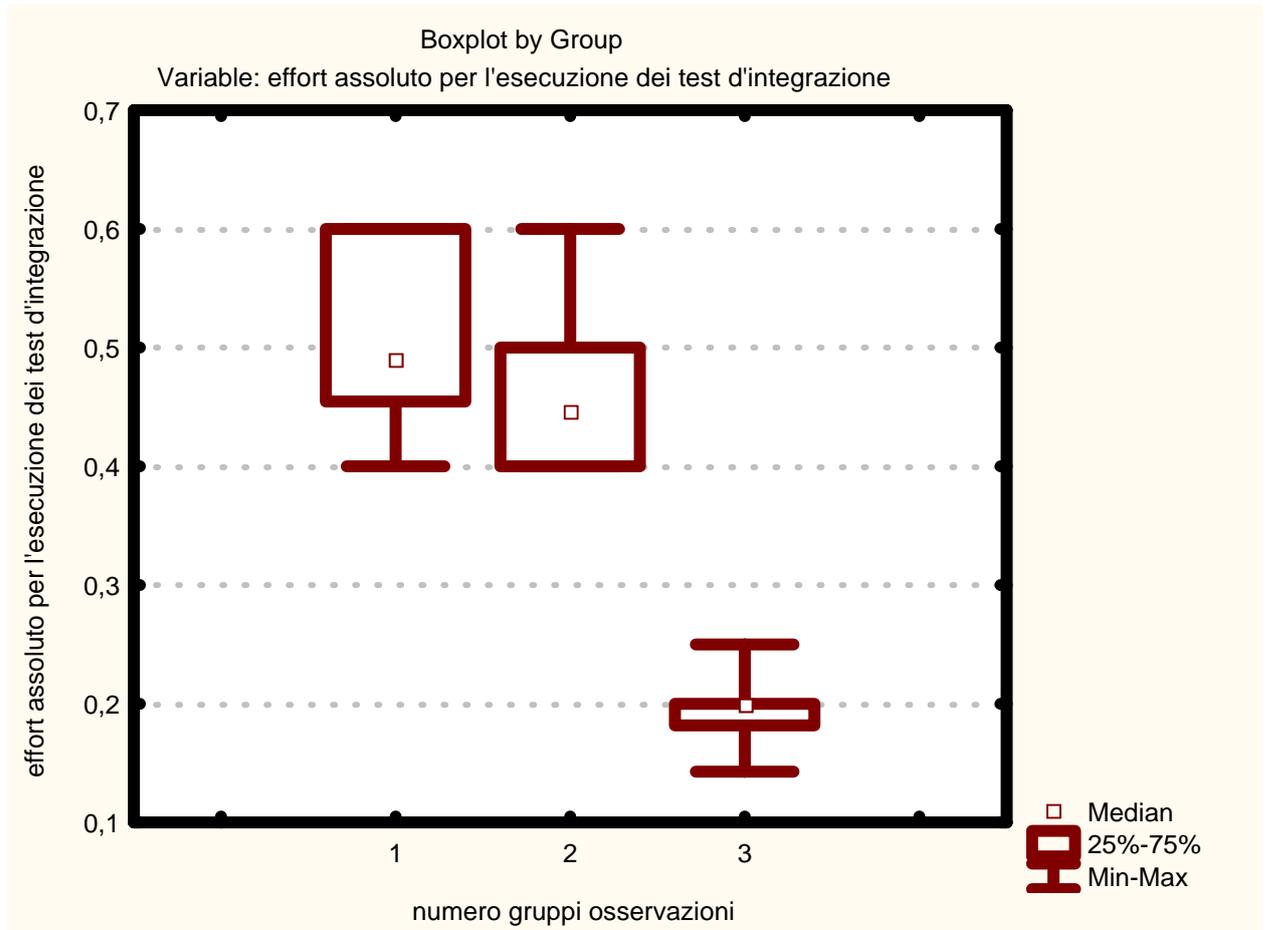


Figura 51 confronto box-plot effort assoluto per l'esecuzione dei test d'integrazione nei tre campioni

Si osserva immediatamente che tra la mediana del campione di dati senza trattamento (1) e la mediana del campione di dati con trattamento (2) "miglioramento della conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test d'integrazione" non vi è molta differenza, mentre una differenza significativa vi è tra la mediana del campione 1 e la mediana del campione 3 "introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test d'integrazione, associati a formazione del team riguardo questi"

Inoltre la mediana del valore di effort assoluto nel campione 3 rientra nella soglia 0.2 prevista dal confronto con altri progetti.

Quindi si può concludere che: per migliorare l'effort assoluto nell'esecuzione dei test d'integrazione non è sufficiente aumentare la conoscenza del team dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test

d'integrazione, ma è necessaria innovazione tecnologica e innovazione di conoscenza introducendo nuovi tool per l'esecuzione dei test d'integrazione affiancati da corsi di formazione del team riguardo l'utilizzo di questi.

Questo esperimento è stato effettuato per avere conferma dei benefici derivanti dall'introduzione delle nuove tecnologie piuttosto che dall' utilizzo delle vecchie introducendo miglioramenti nella conoscenza delle stesse.

Quando si raggiungono gli obiettivi di qualità desiderati il management può decidere di:

- Migliorare il processo facendo salire ancora di più i valori verso la soglia
- Stringere l'intervallo di successo per aumentare la capacità del processo.
- Se le soglie massime sono state raggiunte e il processo è stabile si aumenta il valore delle soglie per indurre maggior maturità nel contesto di esecuzione

Poiché nel nostro caso i valori di effort assoluto sono per il 75% sulla soglia 0,2 si può migliorare il processo aumentando la soglia di poco e introducendo nuovi trattamenti che migliorino i risultati di effort.

Dai box plot si possono derivare osservazioni riguardanti la distribuzione dei valori dei campioni:

Il campione 1 di dati (senza trattamento) presenta il 100% dei valori al di sopra della soglia attesa. L'intervallo di variazione è $[0,4, 0,6]$, di cui il 50% dei valori di effort è compreso tra 0,5 e 0,6 valori troppo alti, si può quindi dedurre che tali condizioni non sono per nulla favorevoli all'effort assoluto per l'esecuzione di test di unità, risultato prevedibile, motivo dell'indagine empirica condotta.

Il campione 2 di dati (con trattamento miglioramento della conoscenza dei tool utilizzati per l'esecuzione dei test di unità) ha un range(max - min) di valori praticamente identico al precedente, nonostante la minima riduzione della mediana, questa rimane sempre al di sopra della soglia attesa di 0,2, quindi anche queste condizioni non sono favorevoli all'effort assoluto.

Il campione 3 di dati (con trattamento introduzione di nuovi tool per l'esecuzione dei test di unità associati a corsi di aggiornamento riguardo gli stessi), come già detto prima, si discosta significativamente dagli altri campioni di dati. In particolare, analizzando il boxplot dei valori di effort del solo campione 3 più in dettaglio, considerando anche gli outliers, si osserva il del 75% dei dati è al di sotto della soglia e che il restante 25% la supera al massimo del 2%.

Esperimento 8

	%CTPositivi	numero gruppi osservazioni
1	0,3	1
2	0,2	1
3	0,336363636	1
4	0,32	1
5	0,269230769	1

6	0,2	1
7	0,3	1
8	0,25	1
9	0,25	1
10	0,7	1
11	0,8	2
12	0,590909091	2
13	0,727272727	2
14	0,75	2
15	0,6	2
16	0,642857143	2
17	0,666666667	2
18	0,666666667	2
19	0,742857143	2
20	0,733333333	2

Figura 52 percentuale casi di test d'integrazione positivi

Di seguito i risultati del test Mann-Whitney U Test applicato ai due campioni da confrontare:

Mann-Whitney U Test (goal4 mann.sta)
 By variable gruppi osservazioni
 Marked tests are significant at $p < ,05000$

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N	Valid N	2*1side d
%CTPositivi	60,00000	150,0000	5,000000	-3,40168	0,000670	-3,40681	0,000657	10	10	0,000206

Il p -level = 0,000670 è di molto inferiore alla soglia di significatività fissata $\alpha=0,05$ si può concludere che si rifiuta H_0 e si accetta H_1 con bassissima probabilità di commettere errore di primo tipo, cioè vi è differenza statisticamente rilevante tra le medie dei due campioni di dati, ovvero aumentando la grandezza media degli stub da 50 righe di codice a 70, aumenta notevolmente il numero di test d'integrazione positivi alla prima esecuzione.

Questo risultato si osserva direttamente dal boxplot dei due campioni di dati. Infatti mentre nel caso del campione 1 la mediana è 0,2846 che è di molto inferiore alla soglia attesa dal confronto con altri progetti, 0,6, mentre nel caso del campione 2 la mediana è 0,7 e quasi il 100% delle osservazioni è al di sopra della soglia, un ottimo risultato che indurrebbe senza dubbio ad aumentare la grandezza degli stub fittizi di unità utilizzati

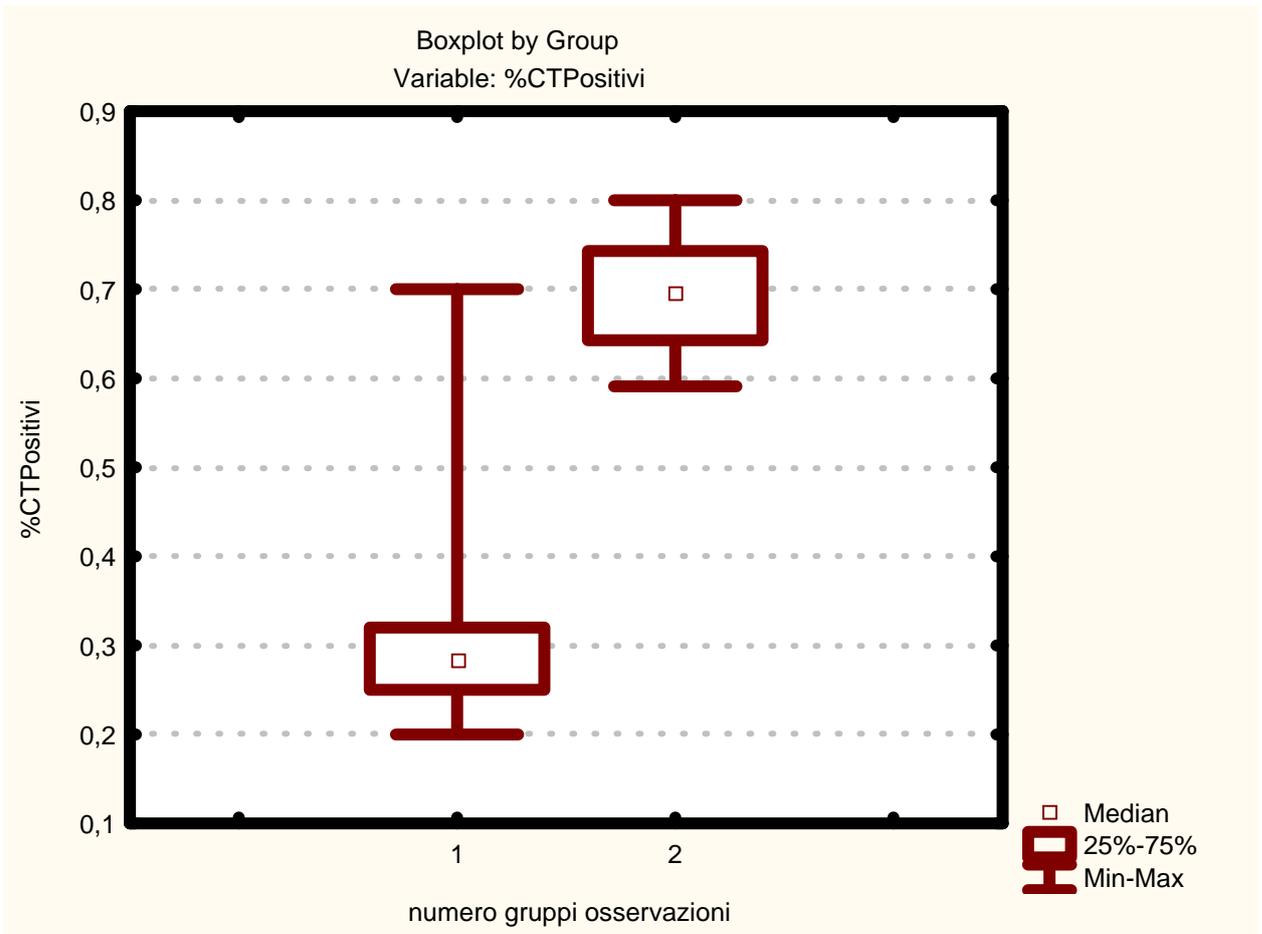


Figura 53 confronto box-plot percentuale casi di test d'integrazione positivi nei due campioni

Come si è già osservato nelle baseline impacts del GQM l'aumento della grandezza degli stub oltre ad aumentare il numero di test positivi alla prima esecuzione può influire sulle ore uomo per l'esecuzione dei test, infatti Stub composti da più linee di codice implicano maggiore sforzo per eseguirli. È necessario, da parte del manager, effettuare un'analisi costi/benefici, per valutare se l'aumento della grandezza degli stub abbia effetti negativi sull'effort assoluto, e quindi che decisioni prendere, cioè se è preferibile aumentare il numero di test positivi a discapito dell'effort, o viceversa.

Osservando i boxplot dell'effort assoluto del campione di dati senza trattamento (1) e con trattamento (2), si osserva che la mediana del secondo campione è maggiore di quella del primo campione, e, a differenza dell'esperimento 6, supera la soglia di effort assoluto attesa, mediante il confronto con altri progetti. Si è in una situazione critica, in cui è necessario che il manager faccia un'attenta analisi dei costi/benefici e decida se sia meglio aumentare la grandezza degli stub fittizi d'integrazione aumentando il numero di test positivi alla prima esecuzione a discapito dell'effort assoluto speso per l'esecuzione dei test d'integrazione o si preferisca tenere bassi il numero di test positivi dando più importanza all'effort assoluto.

Un'altra soluzione potrebbe essere modificare le condizioni di partenza dell'esperimento, ad esempio aumentare il numero medio di linee di codice degli stub fittizi d'integrazione da 50 a 60 (invece che

70) e verificare se si ottengono dei valori accettabili di effort assoluto e di numero di casi di test positivi.

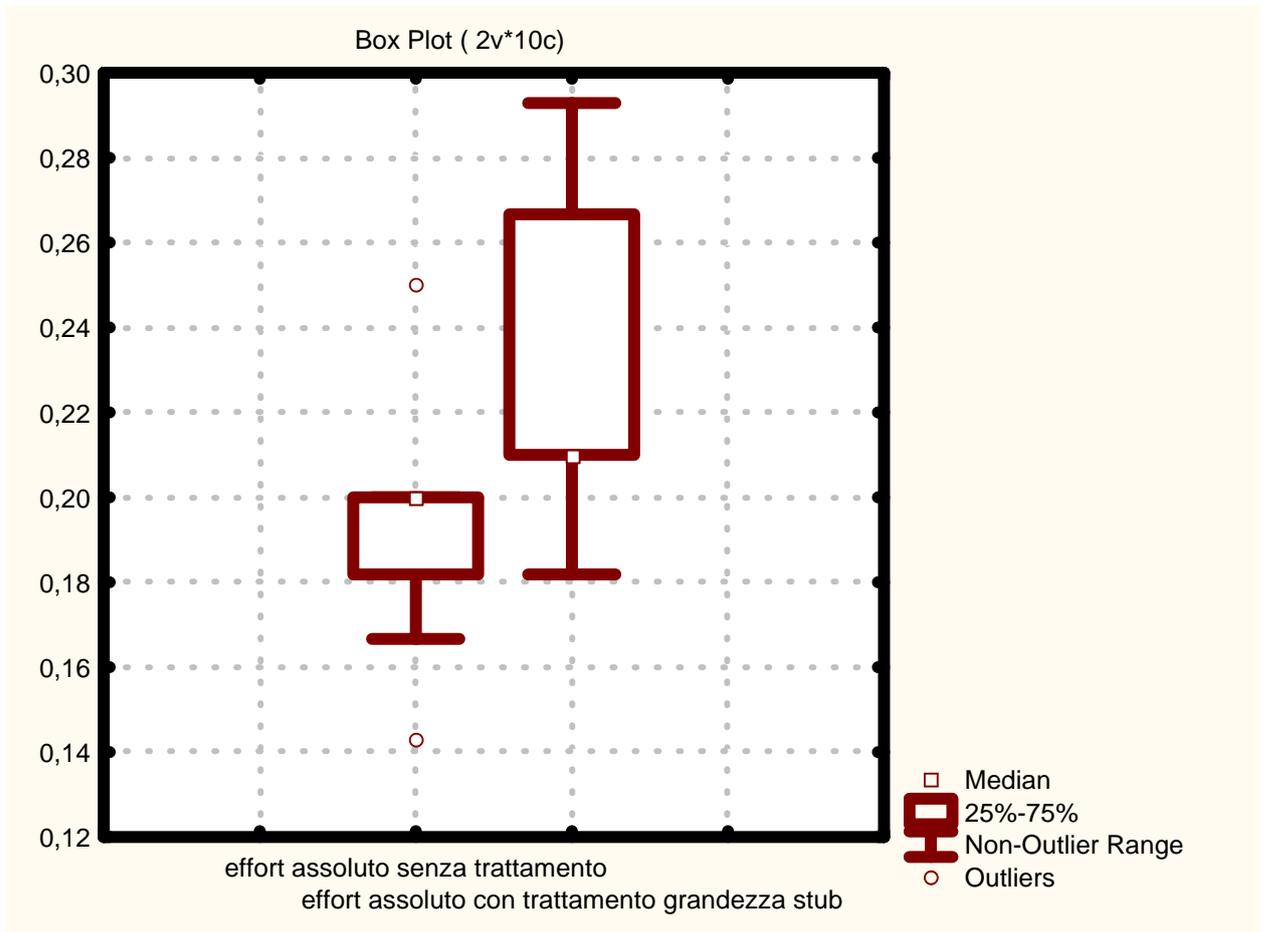


Figura 54 confronto box-plot effort assoluto nei due campioni con e senza trattamento

Appendice

Di seguito saranno descritte le tecniche utilizzate in questo caso di studio, i tool utilizzati e il tempo di apprendimento impiegato.

Tecnica del Pair Programming

Il pair programming è un metodo sviluppo del software nel quale due persone condividono un computer e lavorano in maniera alternata.

Si due ruoli:

- Il driver: colui che esegue il lavoro nel suo turno
- Navigator: colui che rivede il lavoro del driver allo scopo di trovare errori.

I due programmatori alternano i ruoli frequentemente, possibilmente 30 minuti, ma questo tempo dipende molto dal task che si è scelto di svolgere.

Nelle esercitazioni avvenute in aula non è stato sviluppato software, tuttavia si è comunque utilizzato questo metodo di lavoro. La classe è stata suddivisa in coppie di pair, tali coppie sono state del tutto fortuite: si è scelto come pair la persona che ci sedeva affianco, non vi è stato quindi un criterio di selezione del pair volto agli obiettivi. Il mio compagno di Pair Programming è stato Massimo Minervini e il codice del nostro gruppo era il 27. Entrambi siamo laureati al corso di laurea in informatica, tuttavia deriviamo da percorsi di studi diversi, entrambi non riguardanti la produzione del software, per questa ragione entrambi eravamo quasi del tutto “neofiti” delle tecniche e dei tool utilizzati durante le esercitazioni. Si dalla prima esercitazione siamo risultati una coppia molto affiatata, ci siamo alternati al “comando” del computer, cercando di volta in volta di risolvere micro task estrapolati dal problema generale assegnatoci dal docente.

Le esercitazioni sono iniziate con la descrizione di un processo utilizzando il linguaggio di modellazione FSP-SPEM e il tool Enterprise Architect. Le prime due lezioni sono state un po’ caotiche, poiché non si conosceva né il linguaggio, né il tool, quindi era difficile rispettare la metodologia di lavoro pair programming piuttosto si lavorava insieme cercando di risolvere al meglio gli esercizi. Dalle successive lezioni, invece, poiché si erano fatte proprie le conoscenze della descrizione dei processi necessarie per poter proseguire il lavoro, abbiamo iniziato la “turnazione” e lo scambio di ruoli. I turni non erano di 30 minuti, poiché l’intera esercitazione durava 3 ore. Piuttosto ci dividevamo il lavoro, e a turno eseguivamo un “micro-task” del problema, per questa ragione ci potevano essere turni veramente brevi o turni più lunghi. È stata una bella esperienza, poiché quando si esegue un lavoro “nuovo” spesso ci si sente spaesati, invece sapere che ci fosse sempre a fianco qualcuno con cui confrontarsi mi ha aiutata molto. C’è da dire che probabilmente tale risultato è stato ottenuto anche grazie al fatto che entrambi abbiamo un carattere molto calmo e rispettoso dell’altro, accettavamo così qualsiasi critica al proprio lavoro con l’unico scopo ultimo di eseguire un buon lavoro insieme, e non di far prevalere le proprie ragioni.

Non avendo, nessuno dei due, esperienze pregresse nella modellazione dei processi abbiamo appreso le stesse nozioni, negli stessi tempi, spesso abbiamo imparato ciascuno dai propri errori. Questa metodologia di lavoro, affinata con l’esperienza, è stata portata avanti in tutti i task dell’esercitazione: definizione del GQM ed esperimento.

Metodi sperimentali per la produzione del software

E' stata un'esperienza talmente tanto positiva che io e il mio pair abbiamo sempre studiato insieme per la redazione di questo caso di studio, confrontandoci tra di noi quando incontravamo un ostacolo o quando nessuno dei due sapeva come procedere, chiedendo aiuto al dottor Maggi.

Per tutte queste ragioni sono pienamente soddisfatta delle esperienze vissute nelle esercitazioni e penso che la nostra coppia di "pair" rimarrà tale anche per gli altri esami di questa laurea magistrale.

Tool

ITALC

ITALC , acronimo di Intelligent Teaching And Learning with Computers è un software opensource per la gestione di aule didattiche che consente a docenti di interagire con i propri discenti a livello individuale, di gruppo o di intera aula. Dalla postazione docente è possibile, ad esempio: mostrare il proprio schermo su quello dei client; visualizzare gli schermi degli studenti in tempo reale; controllare da remoto il monitor, la tastiera e il mouse di qualsiasi computer presente nell'aula.

Il software è composto da una parte server installata sul computer del docente e la parte client installata sui computer di ogni coppia di pair collegato alla rete locale mediante cavo di rete.

I miei pareri riguardo questo software sono molto positivi.

Quella dell'aula virtuale è stata un'esperienza nuova e molto formativa perché ha permesso di toccare con mano i concetti teorici presentati a lezione.

Di seguito ne elenco i vantaggi e gli svantaggi.

Vantaggi:

- iTALC è multiplatforma cioè può essere eseguito su computer differenti per sistema operativo: Linux, Windows 2000/XP/Vista, in reti omogenee o eterogenee. Il mio pair utilizza un computer Linux e con l'utilizzo di altri software ha avuto molte difficoltà di compatibilità al punto che è dovuto migrare a Windows, con italc invece non ci sono stati problemi: le istruzioni per l'installazione erano semplici e chiare, seguendo tutti gli step indicati è stato facile installare il software.
- Per evitare che vi sia un controllo non autorizzato dei PC, iTALC utilizza la crittografia asimmetrica o a chiave pubblica/privata. Per utilizzare questo tipo di crittografia è stata creata una coppia di chiavi, una chiave pubblica (da diffondere) ed una chiave privata (da tenere segreta).
- Il docente ha sempre sotto controllo il monitor degli alunni questo gli permette di intervenire in qualsiasi momento, sul computer client. È evidente l'importanza di ciò dal punto di vista didattico, è possibile visionare in tempo reale il lavoro svolto degli alunni, senza muoversi dalla cattedra, consigliandoli, richiamandoli in caso di errore o confermando le loro scelte
- Il docente può visualizzare la schermata di un client sul proiettore mostrando all'aula intera il lavoro dell'alunno come esempio di lavoro ben fatto o... di lavoro da non replicare!
- A mio parere questa metodologia d'insegnamento è molto vantaggiosa perché pone lo studente da semplice uditore a facente parte pienamente della lezione, lo motiva e il fatto di essere seguito continuamente evita un'eventuale demotivazione nello svolgere gli esercizi, cosa che spesso, invece accade nelle lezioni di laboratorio, dove un solo docente non può fisicamente controllare tutte le postazioni degli alunni e quindi non si fa che aumentare il gap di conoscenza tra gli studenti.

- Lo studente si sente sempre sotto osservazione e per questo tende a tenere sempre alta l'attenzione e a dare il meglio di se, per evitare di "fare brutta figura" se il docente dovesse decidere di mostrare il suo lavoro all'aula.
- E' uno strumento di socializzazione all'interno della classe perché ogni qual volta il docente mostra lo schermo di un client all'aula l'attenzione di tutti si concentra sull'autore del lavoro, modo per conoscere gli altri.

Svantaggi:

- Italc è installato come un servizio in Windows e la sua disinstallazione non è stata così agevole come la sua installazione: è stato necessario rimuovere manualmente il servizio, cancellare manualmente la cartella d'installazione ed eliminare la chiave nel registro.
- Spesso si sono riscontrati problemi nella sincronizzazione del server con i client: il server perdeva il segnale del client o l'aggiornamento delle schermate era un po' lento e modifiche apportate sul computer del client erano visualizzate sul proiettore con diversi secondi di ritardo.

Enterprise Architect

Enterprise Architect è un software per la creazione di modelli UML. Si tratta di un tool di livello professionale, che abbina un set di features veramente stupefacente ad un'interfaccia utente molto ben progettata. E' sicuramente uno dei migliori tool commerciali nella categoria.

In particolare, abbiamo utilizzato quest'applicazione per la modellazione di processi FSP-SPEM

Vantaggi:

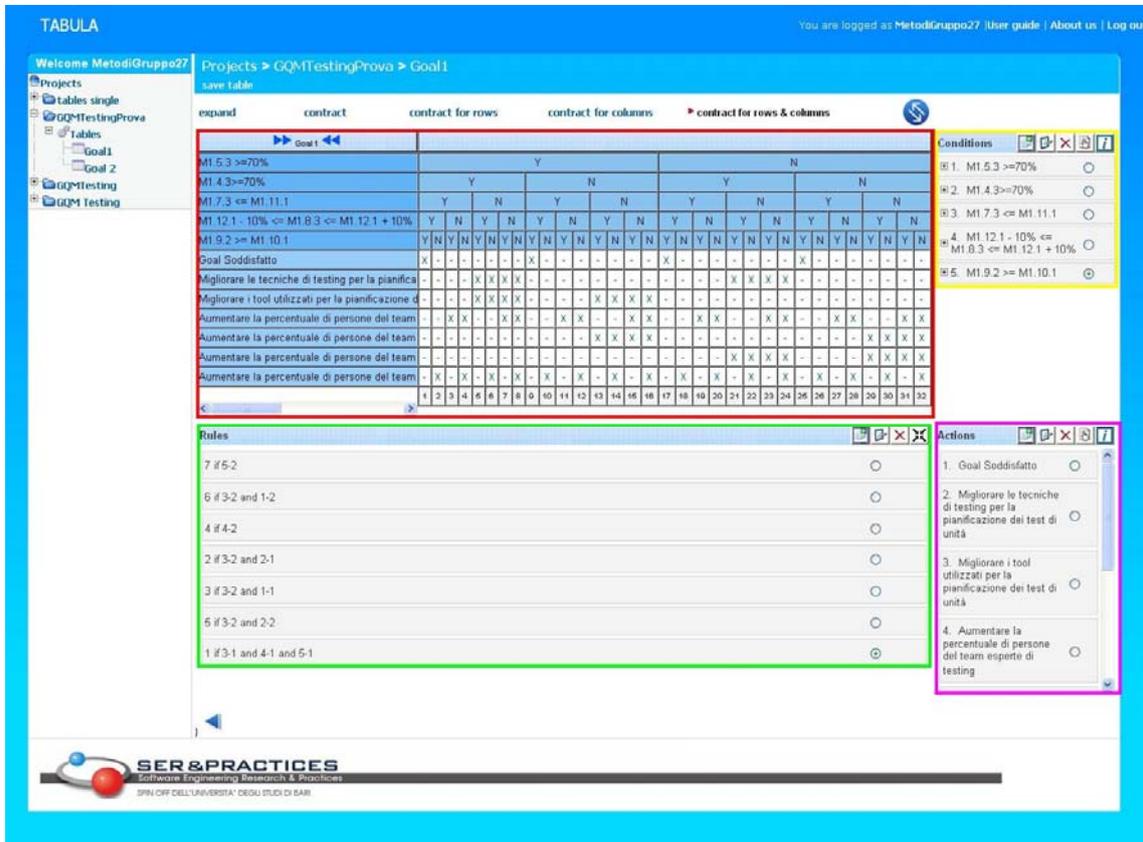
- Punti a suo favore sono dati dall'interfaccia intuitiva e semplice da utilizzare: dopo un primo momento di "ambientamento" è stato semplice capirne il funzionamento e proseguire con la modellazione in quasi totale autonomia.
- Un'altra feature semplice ma molto efficace è la possibilità di esportare il lavoro in vari formati. In particolare è stato utile poter esportare i diagrammi in formato testuale .rtf comprendendo nel documento le immagini e la relativa documentazione generata in automatico dal tool.

Svantaggi:

- Il tool funziona solo su macchine con sistema operativo Microsoft, questo è un grosso limite che ha portato non pochi disagi. Il mio pair infatti utilizzava una macchina con sistema operativo Linux, e dopo aver perso molto tempo cercando di emulare un ambiente Windows per far funzionare Enterprise Architect ha dovuto "cedere" e migrare a Windows.
- Un altro limite del tool è dovuto al fatto che le ultime due versioni 6 e 7 non supportano il template di modellazione FSP-SPEM, questo ci ha costretti ad usare una versione ormai obsoleta del software per la quale è complicato reperire la versione trial di 30 giorni.

Tabula

TABULA è una web application, realizzata in SERLAB, per la editazione, modifica, verifica e consultazione, supportata da computer, di tavole di decisione. TABULA è un'applicazione web a supporto della realizzazione, manutenzione e verifica di tavole di decisione.



The screenshot displays the TABULA web application interface. The main area shows a decision table with the following structure:

Goal 1	Y		N		Y		N		Y		N	
M1.5.3 >=70%												
M1.4.3 >=70%												
M1.7.3 <= M1.11.1												
M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%												
M1.9.2 >= M1.10.1												
Goal Soddisfatto	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Migliorare le tecniche di testing per la pianifica	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione d	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X
Aumentare la percentuale di persone del team	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

On the right side, there are two panels:

- Conditions:** A list of conditions with radio buttons for selection.
 - 1. M1.5.3 >=70%
 - 2. M1.4.3 >=70%
 - 3. M1.7.3 <= M1.11.1
 - 4. M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%
 - 5. M1.9.2 >= M1.10.1
- Actions:** A list of actions with radio buttons for selection.
 - 1. Goal Soddisfatto
 - 2. Migliorare le tecniche di testing per la pianificazione dei test di unità
 - 3. Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione dei test di unità
 - 4. Aumentare la percentuale di persone del team esperte di testing

At the bottom, there is a 'Rules' section with a list of rules and their corresponding action buttons.

Vantaggi e svantaggi.

La costruzione e la verifica di una tavola di decisione richiede molto tempo, si basti pensare che se si dispone di n condizioni con dominio di definizione binario si generano 2^n regole decisionali, se alcune condizioni hanno domini di definizione a più alta cardinalità il numero di regole aumentano notevolmente. L'utilizzo di un tool automatico semplifica significativamente il lavoro.

Il tool è molto schematico e chiaro, lo schermo è diviso in quattro sezioni:

-  Tavole di decisione
-  Condizioni
-  Regole
-  Azioni

Come quattro sono le sezioni di cui si compone una tavola di decisione:

Goal 1		Y																N																
M1.5.3 >=70%		Y								N								Y								N								
M1.4.3 >=70%		Y				N				Y				N				Y				N												
M1.7.3 <= M1.11.1		Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	
M1.12.1 - 10% <= M1.8.3 <= M1.12.1 + 10%		Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	
M1.9.2 >= M1.10.1		Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	
Goal Soddistatto	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	
Migliorare le tecniche di testing per la pianifica	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Migliorare i tool utilizzati per la pianificazione	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aumentare la percentuale di persone del team	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	-	X	X	
Aumentare la percentuale di persone del team	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-
Aumentare la percentuale di persone del team	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	
Aumentare la percentuale di persone del team	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	

- ■ Condizioni che regolano il modello di decisione
- ■ Tutte le possibili iniziative di Miglioramento (azioni)
- ■ Combinazioni di valori che possono assumere le condizioni
- ■ Iniziative di miglioramento da adottare, ogni iniziativa è un insieme di attività e corrisponde ad una regola di decisione

A mio parere si potrebbe rafforzare visivamente la corrispondenza tra le sezioni della tavola di decisione con le sezioni in cui è diviso lo schermo facendole coincidere relativamente alla loro posizione nello spazio:

- Sezione relativa alla gestione delle condizioni in alto a sinistra
- Sezione relativa alla gestione delle azioni in basso a sinistra
- Sezione relativa alla gestione delle regole in basso a destra
- la tavola di decisione in alto a destra.

L'interfaccia del tool è pulita ma sufficiente. Supporta l'utente nella gestione delle componenti di una tavola di decisione, in particolare una feature che ho molto apprezzato è la possibilità di definire delle regole di decisione mediante le quali popolare automaticamente la tabella.

Questo semplifica notevolmente il lavoro di decisione, riducendo gli errori nell'assegnazione delle iniziative di miglioramento ad una data combinazione di valori.

Personalmente ritengo però che possa essere modificata la sintassi di specifica di tali regole. La sintassi attuale prevede che una definizione di questo tipo:

```
<numeroAzione> if [not] <numeroCondizione>-<numeroStato>
[and|or|xor|minus [not] <numeroCondizione>-<numeroStato>
[and|or|xor|minus [not] <numeroCondizione>-<numeroStato>]···]
```

Questo implica dover accedere durante il task di compilazione della regola alle sezioni che elencano le azioni e le condizioni, e dover scorrere l'elenco se tali elenchi non entrano del tutto nel frame di destinazione.

Si potrebbe sostituire tale sintassi permettendo di selezionare le azioni e le condizioni con un semplice "click" da un'elenco testuale o visuale come succede già per lo scambio delle condizioni.

In generale sono rimasta molto colpita dalla potenza di tale tool poiché mi è capitato per lo svolgimento di altri esami di dover stilare tavole di decisione manualmente e aver avuto un tool come tabula avrebbe semplificato notevolmente il lavoro.

Punti a suo sfavore sono dettati dal fatto che il software sia poco maturo, infatti spesso il server era spento per poter permettere agli sviluppatori di aggiornare il software, molti bug riscontrati sono già stati sostituiti nella nuova release che però si è ritenuto di non farci utilizzare.

Una feature che manca è l'esportazione delle tabelle in formato elettronico (rtf, tabellare, jpg, ecc.). Altra feature che sarebbe tornata utile nella compilazione delle tabelle decisionali all'interno del caso di studio è la possibilità, nella sezione di gestione delle tabelle di un progetto, di copiare interamente una tabella di partenza in una di destinazione.



Questo sarebbe stato molto utile ad esempio per i goal 1 e 2 e per i goal 3 e 4, dove le regole rimanevano le stesse, le azioni erano le medesime a differenza del caso di "test di unità" o "test d'integrazione".

Tutto sommato i pro sono più dei contro, e l'utilizzo di questo tool ha semplificato notevolmente il lavoro.

Statistica

Statistica è un tool molto potente e sofisticato per l'elaborazione e l'analisi statistica dei dati di un esperimento.

Il tool è di semplice utilizzo:

- foglio di calcolo suddiviso in colonne e righe
- menu a tendina che esplorano tutti i tipi di strumenti necessari per le analisi statistiche
- finestre che racchiudono tutti gli strumenti utilizzabili relativamente all'analisi scelta (es. box e whiskey per interpretare i risultati del test per le ipotesi Kruskal-Wallis)
- workspace che contiene tutte le analisi svolte e ne permette una facile esportazione in formato testuale.
- Infinite possibilità di personalizzazione dei grafici per venire incontro alle esigenze dei più o meno esperti.

Tuttavia la facilità che ho riscontrato nell'utilizzo di questo tool deriva anche dal fatto che l'ho utilizzato in precedenza per la mia tesi di laurea, quindi conoscevo già molte feature.

In conclusione la mia opinione riguardo questo tool è nettamente positiva, ci ha permesso di ottenere facilmente i risultati dei nostri esperimenti con un minimo sforzo se paragonato al tempo che avremmo dovuto impiegare calcolando manualmente i risultati test statistici per le ipotesi.

Ore Uomo:

Di seguito riporto una breve tabella riepilogativa che illustra i tempi uomo impiegati per l'apprendimento delle tecniche e dei tool, l'esecuzione degli esercizi e la realizzazione della documentazione.

Argomento	Ore	Tipo	Totale ore	
Modelli di processo	3	Lezioni frontali	Lezioni frontali	30
Modelli di qualità	3	Lezioni frontali		
FSP-SPEM	12	Esercitazioni		
GQM	12	Esercitazioni	Esercitazioni	33
Tavole di decisione	4	Esercitazioni		
Indagine empirica	18	Lezioni frontali		
Analisi statistica dei dati	6	Lezioni frontali	Studio individuale	120
Analisi statistica dei dati	5	Esercitazioni		
Caso di studio	120	Studio individuale		

Note alla lettura:

Per lezioni frontali si intendono le lezioni svolte in aula con i professori Visaggio e Caivano che hanno influito nei tempi di apprendimento degli argomenti.

Per esercitazioni si intendono le lezioni svolte in aula con il dott. Maggi.

Per studio individuale si intende il tempo impiegato per rivedere i lavori prodotti durante le esercitazioni in aula e per produrre la relativa documentazione.

Le ore di studio individuale sono così corpose nonostante la maggior parte del lavoro sia stata eseguita in aula poichè volendo consegnare questo caso di studio al primo appello, si è lavorato sempre di pari passo con le esercitazioni, tuttavia questo ci ha spesso costretti a ripetere il lavoro per allinearci col resto della classe. Inoltre molto del tempo dedicato allo studio individuale è dovuto alla parte di commenti, i quali concetti fondamentali, seppur sono stati esposti esaurientemente in aula dal dott. Maggi hanno richiesto un approfondimento per poterli integrare con i concetti di teoria visti durante le lezioni frontali.