



Gestió de la qualitat als projectes informàtics

Alumne: Josep Tost Domínguez
Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió
Àrea de treball: TFC-Gestió de Projectes

Consultor: Xavier Martínez i Munné
Professor responsable de l'assignatura: Atanasi Daradoumis Haralabus

Data Lliurament: 15/6/2016



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	<i>Gestió de la qualitat als projectes informàtics</i>
Nom de l'autor:	<i>Josep Tost Domínguez</i>
Nom del consultor/a:	<i>Xavier Martínez i Munné</i>
Nom del PRA:	<i>Atanasi Daradoumis Haralabus</i>
Data de lliurament (mm/aaaa):	<i>06/2016</i>
Titulació o programa:	<i>Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió</i>
Àrea del Treball Final:	<i>TFC-Gestió de Projectes</i>
Idioma del treball:	<i>Català</i>
Paraules clau	<i>qualitat software programari</i>

Resum del Treball:

Aquest document tracta sobre la implementació d'un sistema de gestió de qualitat en el cas específic d'un projecte de creació de software.

La seva finalitat és proporcionar informació i exemples que facilitin les decisions a prendre en aquest procés d'implementació.

La metodologia ha consistit a crear un document nou, a partir de la consulta de les normatives UNE sobre qualitat i altres fonts d'informació complementàries.

Existeixen organismes oficials, nacionals i internacionals, que es dediquen a la creació de normatives estàndard sobre gestió de qualitat. A la primera part del treball es fa una introducció a on s'identifiquen les normatives més significatives, i les organitzacions reguladores responsables de les mateixes.

A la segona part del treball es concreta el procediment per a la implantació del sistema de gestió de la qualitat i dels documents necessaris, com el manual de qualitat, el manual de procediments, i la resta de documentació.

El seu context d'aplicació és el d'una empresa de producció de software, de mida petita, que vol adoptar un pla de gestió de la qualitat

El resultat d'aquest treball és una sèrie de conclusions sobre com adoptar un sistema de gestió de la qualitat, i exemples sobre alguns dels seus aspectes concrets.

Abstract :

This document studies the implementation of a quality management system, specifically in the case of software projects.

Its purpose is to provide information and examples, to help to make decisions at that implementation process.

The methodology has been to create a new document, based on UNE quality standards and other information sources.

There are national and international official organizations who create standard regulations about quality management. The first part of this document identifies the most important normatives and regulatory organizations.

The second part specifies the process for implementation of the quality management System, and the necessary documentation as quality handbook, process handbooks, and others.

Its context is an small-sized software production company, who wants to adopt a quality management system.

The result is some conclusions about how to adopt a quality management system, and a few examples of some concrete questions.

Índex

1. Introducció.....	1
1.1 Context i justificació del Treball.....	1
1.1.1 Quina és la necessitat a cobrir?	1
1.1.2 Perquè és un tema rellevant?	1
1.1.3 Com es resol el problema de moment?	1
1.1.4 Quin resultat es vol obtenir?	1
1.2 Objectius del Treball.....	1
1.3 Enfocament i mètode seguit	2
1.3.1 Possibles estratègies per a dur a terme el treball.....	2
1.3.2 Justificació de les estratègies triades.	2
1.4 Planificació del Treball.....	2
1.4.1 Tasques principals.....	3
1.4.2 Diagrama de Gantt de tasques principals.....	4
1.4.3 Divisió en subtasques.....	4
1.4.4 Hores de dedicació.....	7
1.4.5 Recursos	8
1.4.6 Fites.....	8
1.5 Breu sumari de productes obtinguts	8
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria	9
1.6.1 Capítol 2: Qualitat. Normatives i entitats reguladores.....	9
1.6.2 Capítol 3: Gestió de la qualitat	9
1.6.3 Capítol 4: Manual de qualitat	9
1.6.4 Capítol 5: Manual de procediments	9
1.6.5 Capítol 6: Conclusions.....	9
2. Qualitat. Normatives i entitats reguladores.....	10
2.1 Descripció entitats reguladores	10
2.1.1 Context històric i tecnològic.	10
2.1.2 Avantatges i inconvenients de la normalització:	10
2.1.3 Simplificació, unificació i especificació.	11
2.1.4 Entitats reguladores nacionals.	11
2.1.5 Entitats reguladores internacionals	12
2.1.6 Certificació de normes tècniques	12
2.1.7 Entitats de certificació.....	12
2.2 Identificació normatives.	13
2.2.1 Normatives sobre qualitat.....	13
2.2.2 Normatives sobre gestió de projectes	16
2.2.3 Normatives específiques del sector del software.	17
3. Gestió de la qualitat	23
3.1 Introducció als sistemes de gestió de la qualitat	23
3.1.1 Sistemes de gestió de la qualitat a les organitzacions	23
3.1.2 Documentació del sistema de gestió de la qualitat.....	24
3.2 Gestió de la qualitat a nivell de projecte.	25
3.2.1 Fases de la gestió de la qualitat a nivell de projecte.	25
3.2.2 Model de cicle de vida	25
3.3 Planificació de la qualitat	26

3.3.1	Estimació del cost del projecte.....	26
3.3.2	Equip responsable de qualitat.....	26
3.3.3	Planificació de processos.....	27
3.3.4	Revisió del sistema de gestió de la qualitat.....	27
3.4	Assegurament de la qualitat.....	28
3.4.1	Mètode de planificació del disseny.....	29
3.4.2	Mètode de disseny.....	31
3.4.3	Mètode de planificació de la implementació.....	31
3.4.4	Mètode d'implementació de programari.....	32
3.4.5	Mètode de planificació de la fase de testeig.....	33
3.4.6	Mètode de testeig.....	34
3.4.7	Control de procediments a la fase d'assegurament de la qualitat.....	35
3.4.8	Mètriques de productivitat.....	35
3.4.8.1	Mètode de punts de funció.....	36
3.5	Control de la qualitat.....	37
3.5.1	Objectius de la qualitat del producte.....	37
3.5.2	Mètriques de programari.....	37
3.5.2.1	Mètriques per a classes.....	38
3.5.2.2	Mètriques per a mètodes.....	39
3.5.2.3	Mètriques sobre projectes.....	39
3.5.3	Eines de comprovació de mètriques i anàlisi de codi.....	40
3.5.3.1	Comprovació de mètriques.....	40
3.5.3.2	Anàlisi de codi.....	41
4.	Manual de qualitat.....	42
4.1	Introducció.....	42
4.2	Objectiu del manual.....	42
4.3	Dades de l'empresa.....	42
4.4	Descripció de l'activitat de l'empresa.....	42
4.5	Política de qualitat.....	42
4.5.1	Exemple de document de política de qualitat.....	42
4.5.2	Revisions del document de política de qualitat.....	44
4.6	Abast del sistema de gestió de la qualitat.....	44
4.7	Processos inclosos al sistema de gestió de la qualitat.....	45
4.8	Interacció i seqüència de processos.....	45
4.9	Registre de revisions del manual de qualitat.....	46
4.10	Registre de versions del manual de qualitat.....	47
5.	Manual de procediments.....	48
5.1	Procediment de planificació del disseny de programari.....	48
5.2	Procediment de disseny de programari.....	49
5.3	Procediment de planificació de la implementació.....	51
5.4	Procediment d'implementació de programari.....	52
5.5	Procediment de planificació del testeig.....	53
5.6	Procediment de testeig.....	54
6.	Conclusions.....	55
6.1	Descripció de les conclusions del treball.....	55
6.2	Reflexió crítica sobre l'assoliment dels objectius.....	56
6.3	Anàlisi crítica del seguiment de la planificació i metodologia.....	56
6.4	Línies de treball futur que han quedat pendents.....	57
7.	Glossari.....	58
8.	Bibliografia.....	60

Índex de figures

Figura 1.....	23
Figura 2.....	25
Figura 3.....	26
Figura 4.....	29
Figura 5.....	46

Índex de taules

Taula 1.....	3
Taula 2.....	7
Taula 3.....	8
Taula 4.....	47
Taula 5.....	47

1. Introducció

Abans d'entrar en matèria, cal fer una reflexió sobre els motius i objectius del treball.

1.1 Context i justificació del Treball

Els punts següents justifiquen la realització del treball en diferents aspectes.

1.1.1 Quina és la necessitat a cobrir?

Tot i que ja fa molts anys que els plans de gestió de qualitat es van començar a dissenyar i a aplicar, encara hi ha moltes empreses que no els utilitzen, especialment en el cas de petites empreses o empreses de creació recent. Les grans empreses disposen de departaments sencers dedicats a la gestió de la qualitat, però en el cas d'empreses més petites, no sempre és possible dedicar els recursos econòmics necessaris. Quan no es disposa d'aquests recursos i es vol iniciar un procés d'implementació d'un sistema de gestió de la qualitat, es necessita una guia que faciliti l'arrencada d'aquesta nova activitat. Aquesta és la necessitat que vol ajudar a cobrir aquest treball.

1.1.2 Perquè és un tema rellevant?

Tenir en compte el concepte de qualitat durant la gestió d'un projecte pot suposar la diferència entre assolir a temps els objectius desitjats o no fer-ho. En el cas d'assolir els objectius pot reduir significativament els costos invertits. També pot millorar la qualitat final del resultat obtingut, millorant d'aquesta forma la satisfacció del client.

1.1.3 Com es resol el problema de moment?

Si no es disposa d'un pla de gestió de qualitat s'ha de dedicar personal a aquesta tasca, invertint temps i diners en la seva formació. També es poden invertir diners en contractar els serveis d'un professional o empresa especialitzada que es faci càrrec de tot el procés.

1.1.4 Quin resultat es vol obtenir?

Es vol obtenir un document que es pugui utilitzar com a guia en el procés d'implementació del sistema de gestió de la qualitat, en el cas de volums de producció de programari petits, quan no es disposa de personal dedicat a gestionar un pla de qualitat i es vol començar a implementar per primer cop.

1.2 Objectius del Treball

L'objectiu principal d'aquest treball és crear un document que estableixi un procés per a la creació d'un pla de gestió de la qualitat en un projecte de creació de software de volum petit o mitjà, per programació orientada a objectes i llenguatge de programació Java.

L'avaluació de l'assoliment d'aquest objectiu es pot efectuar al tercer capítol, amb la descripció del pla de gestió de la qualitat, o amb la redacció dels documents d'exemple de manuals de qualitat i procediments.

Prèviament a aquest primer objectiu, es fixa un altre, que és el de fer una breu introducció a l'àmbit de la normalització oficial, les entitats reguladores sobre normatives de qualitat, i també les normatives de qualitat més importants, especialment les relacionades amb els projectes de creació de software. Aquesta part correspon al segon capítol d'aquest projecte.

1.3 Enfocament i mètode seguit

Abans de començar el projecte s'ha de definir l'estratègia de treball.

1.3.1 Possibles estratègies per a dur a terme el treball.

En primer lloc s'ha valorat si l'estratègia més adequada per aconseguir els objectius era adaptar un producte ja existent o desenvolupar un de nou, i s'ha triat desenvolupar un de nou.

Això ha portat a una valoració més concreta: ja existeixen normatives oficials sobre el tema, i es podia triar l'opció de desenvolupar un pla de gestió de la qualitat ajustat estrictament als continguts de les normatives oficials UNE, EN i ISO, que permetés optar a la certificació del compliment de les mateixes.

Com a segona opció, es podia desenvolupar un pla més flexible, que no seguís necessàriament les normatives oficials.

S'ha triat aquesta segona opció.

1.3.2 Justificació de les estratègies triades.

La justificació es basa en què aquesta estratègia s'adapta millor als objectius d'aquest treball. Aquests objectius estan pensats per projectes de creació de programari de volum petit o mitjà, gestionats per empreses o professionals que fins al moment no han dedicat recursos a aquest tema.

Un pla de gestió de qualitat que segueixi estrictament les normatives oficials adquireix una dimensió considerable, excessiva per a aquest cas de volum de producció de programari petit o mitjà que es vol tractar.

Aquesta opció serveix com a punt de partida en l'àmbit dels plans de gestió de la qualitat, per permetre en el futur, si és necessari, aprofundir en aquest àmbit i optar a la certificació del compliment de les normatives.

1.4 Planificació del Treball

Com a planificació s'ha realitzat una divisió en tasques i subtasques, un diagrama de Gantt i una estimació dels recursos necessaris.

1.4.1 Tasques principals

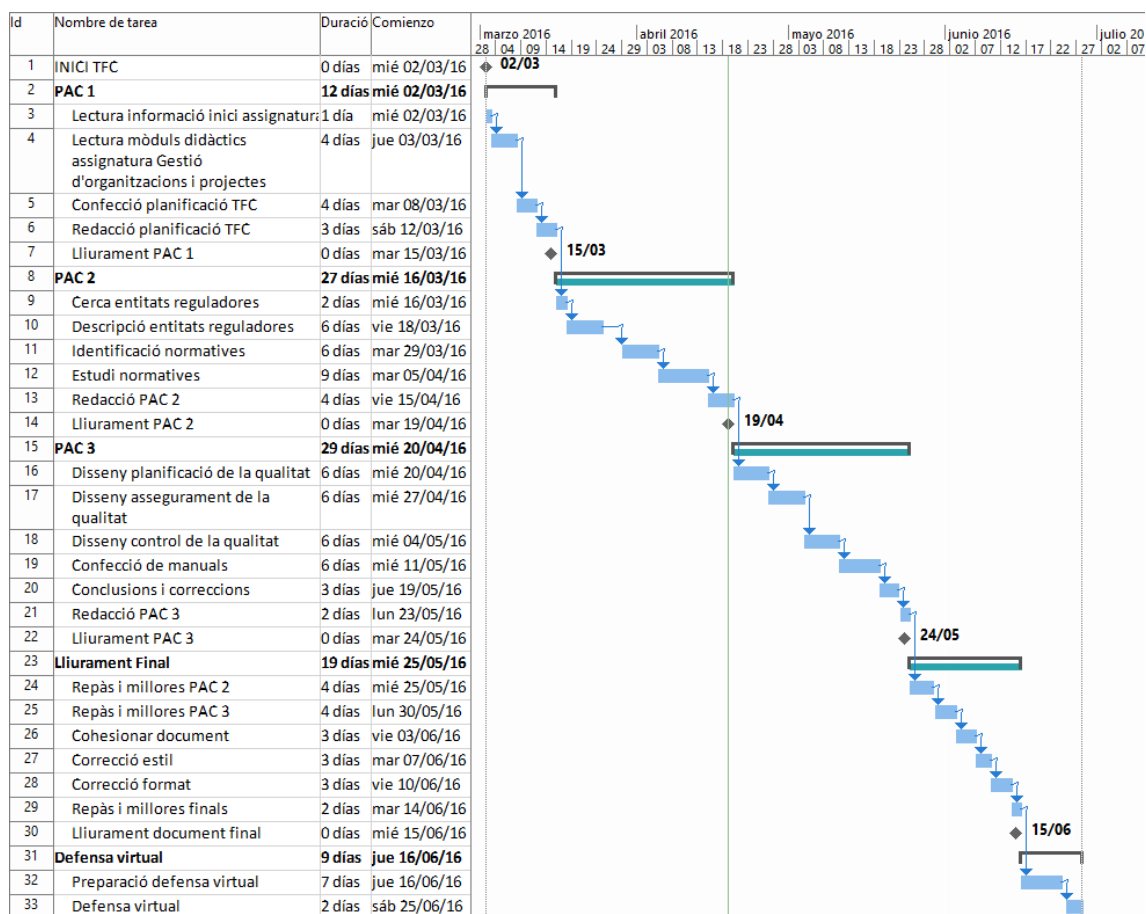
Les tasques principals a realitzar en aquest projecte són les resumides a la taula següent:

Nom de tasca	Duració	Inici	Fi
INICI TFC	0 dies	dix 02/03/16	dix 02/03/16
PAC 1	12 dies	dix 02/03/16	dim 15/03/16
Lectura informació inici assignatura	1 día	dix 02/03/16	dix 02/03/16
Lectura mòduls didàctics assign. Gestió d'organitzacions i projectes	4 dies	dij 03/03/16	dil 07/03/16
Confecció planificació TFC	4 dies	dim 08/03/16	div 11/03/16
Redacció planificació TFC	3 dies	dis 12/03/16	dim 15/03/16
Lliurament PAC 1	0 dies	dim 15/03/16	dim 15/03/16
PAC 2	27 dies	dix 16/03/16	dim 19/04/16
Cerca entitats reguladores	2 dies	dix 16/03/16	dij 17/03/16
Descripció entitats reguladores	6 dies	div 18/03/16	dij 24/03/16
Identificació normatives	6 dies	dim 29/03/16	dil 04/04/16
Estudi normatives	9 dies	dim 05/04/16	dij 14/04/16
Redacció PAC 2	4 dies	div 15/04/16	dim 19/04/16
Lliurament PAC 2	0 dies	dim 19/04/16	dim 19/04/16
PAC 3	29 dies	dix 20/04/16	dim 24/05/16
Disseny planificació de la qualitat	6 dies	dix 20/04/16	dim 26/04/16
Disseny assegurement de la qualitat	6 dies	dix 27/04/16	dim 03/05/16
Disseny control de la qualitat	6 dies	dix 04/05/16	dim 10/05/16
Confecció manuals	6 dies	dix 11/05/16	dix 18/05/16
Conclusions i correccions	3 dies	dij 19/05/16	dom 22/05/16
Redacció PAC 3	2 dies	dil 23/05/16	dim 24/05/16
Lliurament PAC 3	0 dies	dim 24/05/16	dim 24/05/16
Lliurament Final	19 dies	dix 25/05/16	dix 15/06/16
Repàs i millores PAC 2	4 dies	dix 25/05/16	dom 29/05/16
Repàs i millores PAC 3	4 dies	dil 30/05/16	dij 02/06/16
Cohesionar document	3 dies	div 03/06/16	dil 06/06/16
Correcció estil	3 dies	dim 07/06/16	dij 09/06/16
Correcció format	3 dies	div 10/06/16	dil 13/06/16
Repàs i millores finals	2 dies	dim 14/06/16	dix 15/06/16
Lliurament document final	0 dies	dix 15/06/16	dix 15/06/16
Defensa virtual	9 dies	dij 16/06/16	dil 27/06/16
Preparació defensa virtual	7 dies	dij 16/06/16	dij 23/06/16
Defensa virtual	2 dies	dis 25/06/16	dil 27/06/16

Taula 1

1.4.2 Diagrama de Gantt de tasques principals

La representació en diagrama de Gantt es pot veure a la pàgina següent. El diagrama mostra les dependències entre les diferents tasques.



1.4.3 Divisió en subtasques

Nom de la tasca i identificació subtasques	Duració	Hores/dia	Hores totals
1. PAC 1	12 dies		-
1.1 Lectura informació inici assignatura	1 día	2	2
1.2 Lectura mòduls didàctics assignatura Gestió d'organitzacions i projectes.			
1.2.1 Lectura Mòdul 1 (1 dia)	4 dies	4	16
1.2.2 Lectura Mòdul 2 (1 dia)			
1.2.3 Lectura Mòdul 3 (2 dies)			

1.3 Confecció planificació TFC			
1.3.1 Planificació fase inicial (pla de treball) (1 dia)			
1.3.2 Planificació segona fase (PAC 2) sobre les normatives de qualitat (1 dia)			
1.3.3 Planificació tercera fase (PAC 3: pla de qualitat) (1 dia)	4 dies	5	20
1.3.4 Planificació etapa de confecció del document final i defensa virtual (1 dia)			
1.4 Redacció de document de planificació TFC			
1.4.1 Redacció part fites PAC 1 i PAC 2 (1 dia)	3 dies	4	12
1.4.2 Redacció part fita PAC 3 (1 dia)			
1.4.3 Redacció part lliurament final (1 dia)			
2. PAC 2	27 dies	-	-
2.1 Cerca entitats reguladores	2 dies	2	4
2.2 Descripció entitats reguladores			
2.2.1 Entitats reguladores nacionals (2 dies)			
2.2.2 Entitats reg. Internacionals (2 dies)			
2.2.3 Entitats de certificació (2 dies)	6 dies	2	12
2.3 Identificació normatives de qualitat			
2.3.1 Normatives sobre gestió de	6 dies	3	18

projectes (3 dies)			
2.3.2 Normatives específiques sector Informàtica (3 dies)			
2.4 Estudi normatives de qualitat			
2.4.1 Normatives sobre gestió de projectes (5 dies)	9 dies	3	27
2.4.2 Normatives específiques sector informàtica (4 dies)			
2.5 Redacció PAC 2			
2.5.1 Normatives sobre gestió de projectes (2 dies)	4 dies	4	16
2.5.2 Normatives específiques (2 dies)			
3. PAC 3	29 dies	-	-
3.1 Disseny planificació de la qualitat			
3.1.1 Especificació objectius (2 dies)	6 dies	4	24
3.1.2 Especificació accions per assolir els objectius anteriors (4 dies)			
3.2 Disseny assegurament de la qualitat			
3.2.1 Establir possibles medicions als processos (2 dies)			
3.2.2 Establir vies de seguiment de processos (2 dies)	6 dies	4	24
3.2.3 Establir vies de realimentació d'informació (2 dies)			
3.3 Disseny control de la qualitat			
3.3.1 Establiment paràmetres de qualitat producte final (2 dies)	6 dies	4	24
3.3.2 Disseny mecanismes de control (4 dies)			
3.4 Confecció manuals			
3.4.1 Confecció manual de qualitat (2	6 dies	4	24

dies)			
3.4.2 Confecció manual de procediments (2 dies)			
3.4.3 Confecció manual operacions (2 dies)			
3.5 Conclusions i correccions			
3.5.1 Lectura treball realitzat (1 dia)			
3.5.2 Detecció possibles correccions (1 dia)	3 dies	3	9
3.5.3 Conclusions (1 dia)			
3.6 Redacció PAC 3			
3.6.1 Confecció document únic (1 dia)	2 dies	3	6
3.6.2 Revisió document (1 dia)			
4.Lliurament Final	19 dies	-	-
4.1 Repàs i millores PAC 2	4 dies	2	8
4.2 Repàs i millores PAC 3	4 dies	2	8
4.3 Cohesionar document	3 dies	2	6
4.4 Correcció estil	3 dies	2	6
4.5 Correcció format	3 dies	2	6
4.6 Repàs i millores finals	2 dies	2	4
Defensa virtual	9 dies	-	-
Preparació defensa virtual	7 dies	3	24
Defensa virtual	2 dies	-	-

Taula 2

1.4.4 Hores de dedicació

Les hores diàries de dedicació seran variables en funció de la disponibilitat horària en cada moment i de la càrrega de treball prevista.

Les hores de dedicació a cada tasca es detallen a la taula de l'apartat anterior.

Els dissabtes es consideren dies laborables.

Els diumenges i festius no hi ha prevista cap dedicació al projecte.

Es consideren festius els dies compresos entre el 25 i 28 de març (Setmana Santa); el dia 16 de maig (Pasqua Granada) i el dia 24 de juny (Sant Joan).

El total d'hores dedicades és de 300.

1.4.5 Recursos

El treball és realitzat únicament per l'autor del projecte.

S'utilitza el software Microsoft Project Professional 2016, amb llicència DreamSpark.

També s'ha utilitzat el programa Microsoft Visio 2016, igualment amb llicència DreamSpark.

S'ha demanat una subscripció temporal a AENOR per la consulta online de normatives de qualitat, respectant així els drets de propietat intel·lectual de les normatives.

1.4.6 Fites

Es poden establir algunes fites parcials durant la realització del projecte que ajudin a mantenir un ritme de treball adequat a la temporització. Les fites marcades en aquest projecte són les següents:

Fita	Objectiu	Data
Lliurament PAC 1	Lliurament pla de treball a seguir durant el projecte.	15/3/2016
Lliurament PAC 2	Definició i estudi de les normatives de qualitat relacionades amb el projecte.	19/4/2016
Lliurament PAC 3	Lliurament del pla de gestió de la qualitat i de la seva aplicació al tema del projecte.	24/5/2016
Lliurament TFC	Lliurament del document final del projecte.	15/6/2016

Taula 3

1.5 Breu sumari de productes obtinguts

Amb aquest document obtindrem:

- Coneixements bàsics de les entitats responsables de la regulació sobre normatives de qualitat.
- Una relació de les normatives sobre qualitat més importants aplicables a la gestió de projectes informàtics.

- Un manual de qualitat i un manual de procediments que es podran utilitzar com a exemple per a la implantació de sistemes de gestió de la qualitat en processos de producció de programari.
- En conjunt, un document que estableixi un procés per a la implementació d'un pla de gestió de la qualitat, en un projecte de creació de programari de volum petit o mitjà.

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

A continuació es descriuen breument la resta de capítols de la memòria.

1.6.1 Capítol 2: Qualitat. Normatives i entitats reguladores

Aquest capítol descriu breument les entitats encarregades oficialment de desenvolupar la normalització sobre qualitat, tant nacionals com internacionals. També descriu la certificació de normatives i les entitats de certificació. Finalment s'identifiquen algunes normatives rellevants sobre qualitat i gestió de projectes, i també les relacionades amb el desenvolupament de programari.

1.6.2 Capítol 3: Gestió de la qualitat

En aquest capítol es defineixen els conceptes bàsics sobre qualitat a l'empresa, i també el procés a seguir per a la posada en marxa d'un sistema de gestió de la qualitat.

1.6.3 Capítol 4: Manual de qualitat

Conté un exemple de manual de qualitat.

1.6.4 Capítol 5: Manual de procediments

Inclou un manual de procediments, amb els punts més importants a incloure a cada procediment.

1.6.5 Capítol 6: Conclusions

Conclusions més importants derivades de la realització del treball.

2. Qualitat. Normatives i entitats reguladores.

2.1 Descripció entitats reguladores

Tant a l'àmbit nacional com internacional, existeixen organismes responsables oficialment del desenvolupament de les normatives relacionades amb la qualitat, que només són una part d'un ventall més ample de normatives.

2.1.1 Context històric i tecnològic.

L'anomenada globalització econòmica i empresarial rep l'impuls definitiu a la segona meitat del segle XX, amb el final de la guerra freda.

Això fa augmentar considerablement la competitivitat entre empreses, i que aquestes empreses puguin competir amb molta més facilitat fora dels seus territoris d'origen.

L'augment de la competitivitat i de l'oferta de tot tipus de serveis fa que les empreses necessitin diferenciar-se de la resta per a guanyar-se els clients, i d'aquesta necessitat neix l'interès pels conceptes de qualitat i millora continua.

A partir d'aquests conceptes, es desenvolupa la normalització, que crea uns estàndards per ajudar a les empreses a introduir i desenvolupar els conceptes de qualitat i millora continua a les seves activitats.

2.1.2 Avantatges i inconvenients de la normalització:

Com a avantatges podem assenyalar:

- El concepte de qualitat és un concepte abstracte. Si utilitzem els models de qualitat proposats a les normatives, la qualitat passa a ser un concepte planificable, mesurable i demostrable.
- L'aplicació i certificació de normatives de qualitat és una garantia de bon servei per als clients, i millora la competitivitat respecte a altres empreses. En cas de certificació, millora el prestigi en l'àmbit nacional e internacional.
- Millora l'eficàcia a les empreses, minimitzant les pèrdues per motius de producció.

Com a inconvenients:

- En molts casos la normalització es percep com una obligació, i genera poca motivació entre els treballadors, ja que augmenta les tasques que han de realitzar sense un resultat visible de forma immediata.

- La seva aplicació té un cost econòmic no menyspreable, especialment en empreses petites.
- El cost en hores de dedicació, com per exemple en control de processos i de documentació també és significatiu.

2.1.3 Simplificació, unificació i especificació.

Amb la normalització s'aconsegueix afavorir els aspectes següents:

Simplificació: Ajuda a la detecció de processos i models innecessaris o substituïbles per altres més eficients. Les normatives proposen aquells altres més avantatjosos i productius, ajudant a les empreses a reduir, substituir o eliminar aspectes de la seva activitat innecessaris o prescindibles.

Unificació: El fet de definir característiques dels processos o productes finals fa que les empreses que segueixen aquestes especificacions facin arribar al mercat productes amb aquestes característiques iguals als d'altres empreses, facilitant la intercanviabilitat, les vendes i homologacions en països diferents, la integració de productes o processos en altres de més complexes, i l'ampliació de mercats per a aquestes empreses.

Especificació: Ajuda a precisar les característiques dels temes de les normatives, especialment les relacionades amb la qualitat.

2.1.4 Entitats reguladores nacionals.

A Espanya, l'entitat responsable oficialment del desenvolupament i difusió de les normes tècniques és l'Associació Espanyola de Normalització i Certificació (AENOR).

Va ser creada el 1986 per ordre del Ministeri d'Indústria i Energia. Les seves tasques són:

- la normalització o desenvolupament de les normes.
- la certificació, que consisteix a acreditar el compliment d'una norma de referència.
- la difusió per diferents mitjans de les normatives.
- la formació relacionada amb l'àmbit de la normalització.
- l'assessorament.

2.1.5 Entitats reguladores internacionals

A Europa, el Comitè Europeu de Normalització (CEN) treballa per a desenvolupar els estàndards europeus. Hi han dues entitats especialitzades que s'ocupen de dos àmbits concrets: el Comitè Europeu de Normalització Electrotècnica (CENELEC) del sector electrotèctic, i l'Institut Europeu de Normes de Telecomunicacions (ETSI) del camp de les telecomunicacions.

Internacionalment l'entitat de referència és l'Organització Internacional de Normalització (ISO). També hi ha una organització especialitzada en els camps elèctric i electrònic, la Comissió Electrotècnica Internacional (IEC).

AENOR és el representant d'Espanya davant els diferents organismes internacionals de normalització: els europeus CEN, CENELEC i ETSI i els internacionals ISO i IEC.

2.1.6 Certificació de normes tècniques

Certificació: consisteix a certificar el compliment d'una determinada norma de referència.

Certificació acreditada: és la realitzada per les entitats acreditades per a aquesta funció. L'acreditació arriba després d'una auditoria sobre la competència i la independència d'aquestes entitats.

A Espanya, l'única entitat encarregada oficialment de l'acreditació de les empreses certificadores és ENAC (Entidad Nacional de Acreditación).

L'acreditació de la certificació dona credibilitat i possibilitat de reconeixement oficial i internacional. Es consideren acreditades les certificacions que inclouen la marca ENAC. La utilització d'aquesta marca per part de les entitats certificadores és una declaració pública de compliment de tots els requisits d'acreditació.

Existeixen empreses i entitats que realitzen certificacions no acreditades de compliment de normatives, però en aquest cas no és pot garantir que els criteris utilitzats siguin els adequats, ni la independència de l'entitat certificadora respecte a les parts interessades.

2.1.7 Entitats de certificació.

Existeixen actualment a Espanya poc més de 2.000 entitats certificadores acreditades per ENAC. La relació d'entitats de certificació pot consultar-se a la pàgina web d'ENAC, www.enac.es.

L'entitat encarregada de la normalització AENOR, també realitza tasques de certificació.

2.2 Identificació normatives.

A Espanya, AENOR és el responsable de l'actualització i difusió de la normalització. A la seva pàgina web www.aenor.es es pot trobar informació actualitzada sobre totes les normatives vigents agrupades per sectors.

A finals de 2014 AENOR oferia 31.108 normes en catàleg, per tant és important realitzar una cerca acurada de les normatives d'utilitat per a cada situació. La mateixa AENOR ofereix assessorament per aquesta tasca.

2.2.1 Normatives sobre qualitat

La norma general sobre implantació d'un sistema de gestió de la qualitat és la **UNE-EN ISO 9001**. És aplicable a organitzacions de qualsevol sector i mida. Especifica els requisits necessaris per a la implementació d'un sistema de gestió de la qualitat. La seva darrera actualització és del 2015.

Aquesta norma s'utilitza conjuntament amb l'anomenada **UNE-EN ISO 9000:2015**, que especifica els fonaments i vocabulari dels sistemes de gestió de la qualitat.

És una norma bàsica estesa a tot el món, i s'actualitza periòdicament. Cada cop que s'actualitza, les entitats a les quals s'ha certificat el seu compliment disposen d'un període de temps per adaptar-se als canvis introduïts a les normatives. Si no ho fan, perden la consideració d'empreses certificades.

Inclou especificacions generals sobre comprensió de l'organització i el seu context, lideratge, enfocament al client, planificació, control d'operacions, disseny d'operacions i processos, seguiment i auditories internes, millores.

Altres normes generals sobre qualitat són:

UNE 66173:2003 Els recursos humans en un sistema de gestió de la qualitat. Gestió de les competències.

No és un manual complet de recursos humans als sistemes de gestió de la qualitat. És un informe que tracta sobre com millorar les competències dels treballadors en dos sentits:

- per a la millora de la funció social, econòmica i mediambiental de les organitzacions.
- per a la millora de processos, la conformitat final del producte i la conformitat del client.

UNE 66175:2003 Sistemes de gestió de la qualitat. Guia per a la implantació de sistemes d'indicadors.

És una norma genèrica, i es pretén que sigui aplicable a qualsevol organització o activitat. Tracta sobre la forma de desenvolupar indicadors de gestió de processos i activitats que ajudin a la presa de decisions. També determina procediments per l'establiment d'objectius.

UNE 66177:2005 Sistemes de gestió. Guia per a la integració dels sistemes de gestió.

També en aquest cas es tracta d'una norma genèrica, i es pretén que sigui aplicable a qualsevol organització o activitat. Facilita els principis per a la integració en un únic procés de gestió dels processos de gestió de la qualitat, ambiental, i de seguretat i salut laboral.

La normativa tracta aquest procés d'integració des d'una perspectiva de millora de l'eficiència i de la rendibilitat.

UNE 66178:2004 Sistemes de gestió de la qualitat. Guia per a la gestió del procés de millora continua.

Normativa general, aplicable a organitzacions independentment de la seva mida o activitat. Estableix procediments de millora continua dins d'un sistema de gestió de la qualitat ja establert. Dintre del procés de millora continua tracta aspectes com:

- selecció de fonts d'informació per la millora, i anàlisi de la seva fiabilitat.
- revisions de l'eficàcia del procés de millora.
- identificació i priorització d'oportunitats de millora.
- desenvolupament de plans de millora.
- execució i seguiment de projectes de millora.

UNE 66183:2010 Gestió de la qualitat. Processos contractats externament.

Breu normativa de caràcter general sobre la gestió dels processos contractats externament. Distingeix entre alguns processos a tenir en compte a la fase precontractual i els corresponents a la fase d'execució del contracte. Es basa en els apartats *4.1 Requisits generals* i *7.4 Compres* de la norma UNE EN ISO 9001:2008.

UNE 66915:2001 Gestió de la qualitat. Directives per a la formació.

Aquesta norma s'ha d'aplicar en activitats de formació de personal relacionat amb la qualitat del producte final en qualsevol tipus d'organització. No s'utilitza en prestació de serveis de formació a altres organitzacions, ni en certificació.

UNE 66916:2003 Sistemes de gestió de la qualitat. Directives per a la gestió de la qualitat als projectes.

Normativa d'àmbit general. Té caràcter orientatiu, i per aquest motiu no s'ha d'utilitzar per a certificació. Es centra en aspectes de qualitat relacionats amb la mateixa gestió del projecte.

La normativa bàsica per a la gestió de la qualitat dels processos que afecten el producte resultant del projecte és la ISO 9004.

UNE 66925:2002 IN Directives per a la documentació de sistemes de gestió de la qualitat.

Informe tècnic sobre els principis que ha de respectar la documentació d'un sistema de gestió de la qualitat.

També es pot aplicar com a referència per a la documentació de sistemes de gestió ambiental o de gestió de la seguretat.

UNE-ISO 10005:2005 Sistemes de gestió de la qualitat. Directives per als plans de la qualitat.

És una guia per al desenvolupament i aplicació d'un pla de qualitat a una organització. No és un pla general d'organització d'una empresa o entitat, sinó que està enfocada a la realització del producte.

No és apta per a ser utilitzada en certificacions.

UNE-ISO 10007:2006 Sistemes de gestió de la qualitat. Directives per a la gestió de la configuració. (ISO 10007,2003)

La gestió de la configuració permet disposar d'una documentació que, com a aspectes més importants:

- dóna una descripció completa del producte.
- serveix com a base per futurs canvis, i registra els canvis realitzats durant la vida del producte i la influència que aquests canvis poden tenir en altres aspectes relacionats amb el producte.
- és la base per a realitzar qualsevol tipus d'auditoria del producte.

També tracta sobre la identificació de la configuració, la planificació de la seva gestió, i el control dels possibles canvis.

És un document orientatiu, no apte per a ser utilitzat en certificacions.

UNE-ISO 10014:2006 Gestió de la qualitat. Directives per a l'obtenció de beneficis financers i econòmics. (ISO 10014:2006)

Normativa no certificable, dirigida a la direcció de les organitzacions, amb orientacions per a la consecució de guanys econòmics i financers. Complementa:

- a la norma ISO 9000 desenvolupant aspectes relacionats amb la gestió de la qualitat.
- a la norma ISO 9004 pel que fa a la millora de l'acompliment de funcions.

UNE-ISO 10019:2005 Directives per a la selecció de consultors de sistemes de gestió de la qualitat i la utilització dels seus serveis.

Proporciona orientació sobre la tria de serveis de consultories externes de gestió de qualitat, i de la relació amb aquestes consultories.

També pot ser utilitzada en altres sistemes de gestió, no només de gestió de qualitat.

Tampoc és una norma apta per a ser certificada.

2.2.2 Normatives sobre gestió de projectes

El camp de la gestió de projectes, donada la seva rellevància, també té dedicada una extensa col·lecció de normatives.

La normativa general en aquest camp és la **UNE-ISO 21500:2013** que fixa les directives per la direcció i gestió de projectes.

Proporciona orientació sobre el que es consideren bones pràctiques en aspectes com l'organització, estratègia, personal o cicle de vida dels projectes.

També destaca en aquest camp la norma **UNE 157001:2014**, que especifica els criteris generals per l'elaboració formal dels documents que formen un projecte tècnic.

2.2.3 Normatives específiques del sector del software.

AENOR ofereix una col·lecció de normes relacionades amb el sector del software o programari. De forma general es poden destacar les següents:

2.2.3.1 Normatives sobre mesura de software

UNE-ISO/IEC 15939:2009 Enginyeria del software i sistemes. Processos de mesura (ISO/IEC 15939: 2007)

Aquesta normativa estableix les tasques necessàries per aplicar les mesures del software en un projecte. No estableix o recomana quines mesures s'han d'aplicar, sinó que determina un procés útil per les necessitats del projecte, procés a qui es podran aplicar unes mesures de software determinades.

Aquesta normativa pot ser utilitzada per adquiridors i proveïdors de software. Els proveïdors poden establir amb ella processos de mesura de software, i els adquiridors poden utilitzar-la per mesurar la satisfacció de la normativa per part del proveïdor.

UNE-ISO/IEC 19761:2004 Enginyeria del Software. COSMIC-FFP. Un mètode de mesura de la mida funcional.

El mètode de mesura de la mida funcional COSMIC-FFP (Common Software Metrics International Consortium – Full Function Points) es va desenvolupar per primer cop el 1997 a la Universitat de quèbec. La seva versió 2.2, que es va publicar el 2003, és la que s'ha reconegut internacionalment com a estàndard amb la normativa ISO/IEC 19761.

Aquest mètode determina la mida funcional del programari a mesurar, proporcionalment al nombre de moviments de dades que es produeixen.

La normativa determina les definicions, convenis i activitats d'aquest mètode.

El seu àmbit ideal d'aplicació és el de:

- software de gestió empresarial
- software de temps real.

En canvi, a causa del tipus d'algorismes utilitzats, no és el mètode més adequat per casos com els de:

- software que processa imatges o sons musicals.
- videojocs.
- programes de predicció meteorològica.

- software de simulació.

UNE 71045-1:2000 Tecnologia de la informació. Mesura del software. Mesura de la mida funcional. Part 1: Definició de conceptes.

El seu equivalent internacional és la norma **ISO/IEC 14143-1:1998**.

La primera part d'aquesta norma estableix les definicions, els conceptes i la base per a l'aplicació del que es coneix com a mesura de la mida funcional del software (FSM). Aquesta normativa no tracta cap mètode específic, sinó que determina uns criteris per avaluar si un mètode en particular s'ajusta al FSM.

Aquest text està pensat per a ser d'utilitat tant als adquiridors de software com als desenvolupadors, usuaris, encarregats del manteniment i auditors.

UNE-ISO/IEC 14143-2:2009 Tecnologia de la informació. Mesura del software. Mesura de la mida funcional. Part 2: Avaluació de la conformitat dels mètodes de mesura de la mida del software segons la Norma ISO/IEC 14143-1:1998.

Aquesta segona part de la normativa descriu amb detall l'avaluació de la conformitat d'un mètode FSM als requisits especificats per la normativa anterior.

2.2.3.2 Normatives sobre seguretat relacionades amb el software i la gestió de la informació.

UNE-ISO/IEC 27000:2014 Tecnologia de la informació. Tècniques de seguretat. Sistemes de Gestió de Seguretat de la informació (SGSI). Visió de conjunt i vocabulari.

Normativa aplicable a tot tipus d'organitzacions que serveix d'introducció general als sistemes de gestió de seguretat de la informació.

UNE-ISO/IEC 27001:2014 Tecnologia de la informació. Tècniques de seguretat. Sistemes de Gestió de Seguretat de la informació (SGSI). Requisits.

Com la normativa anterior, també és aplicable a organitzacions de diferents àmbits. Determina les condicions per a la implementació, el manteniment, i el perfeccionament constant d'aquests tipus de sistemes.

També tracta sobre la identificació dels riscos de seguretat de la informació, i sobre com s'han de tractar un cop identificats.

UNE 71501-1:2001 IN Tecnologia de la informació (TI). Guia per a la Gestió de la seguretat de TI. Part 1: conceptes i models per a la seguretat de TI.

Aquesta part de la normativa 71501 és una guia de la gestió de seguretat a les TI, amb la determinació dels seus conceptes bàsics. Les següents parts de la normativa tracten amb més detall aquests conceptes.

Aquest informe és equivalent a l'informe tècnic **ISO/IEC TR 13335-1:1996**.

UNE 71501-2:2001 IN Tecnologia de la informació (TI). Guia per a la Gestió de la seguretat de TI. Part 2: Gestió i planificació de la seguretat de TI.

Desenvolupa les característiques bàsiques de la gestió de la seguretat a les TI definides a la primera part de la normativa, i les relacions entre aquestes característiques.

És equivalent a l'informe tècnic **ISO/IEC TR 13335-2:1997**.

UNE 71501-3:2001 IN Tecnologia de la informació (TI). Guia per a la Gestió de la seguretat de TI. Part 3: Tècniques per a la Gestió de la seguretat de TI.

Aquest document es centra en les tècniques adequades per a una bona implementació dels conceptes tractats a les dues parts anteriors de la normativa. Equival a l'informe tècnic **ISO/IEC TR 13335-3:1998**.

UNE 71504:2008 Metodologia d'anàlisi i Gestió de riscos per als sistemes d'informació.

Aquesta normativa es centra en una part concreta de la gestió de la seguretat a les TI: l'anàlisi i la gestió dels riscos.

Determina les condicions que s'han de respectar per:

- l'anàlisi dels riscos que comprometen la seguretat del sistema d'informació.
- l'anàlisi i determinació de la protecció contra aquests riscos.
- la determinació dels possibles riscos residuals.
- finalment, el tractament i gestió d'aquests riscos.

UNE-ISO/IEC 27002:2009 Tecnologia de la informació. Tècniques de seguretat. Codi de bones pràctiques per a la Gestió de la seguretat de la informació.

Es tracta d'una detallada guia per a la implementació, manteniment i millora d'un sistema de gestió de la seguretat de la informació.

2.2.3.3 Normatives sobre avaluació de software

UNE-ISO/IEC 14598-1:2004 Tecnologia de la informació. Avaluació del producte software. Part 1: Visió general.

Conté els conceptes generals per a l'especificació i avaluació de la qualitat del software.

Pot utilitzar-se tant pels desenvolupadors del software com pels adquiridors o per avaluadors independents. Defineix els conceptes tècnics que seran desenvolupats a la resta de parts de la normativa.

UNE-ISO/IEC 14598-2:2004 Tecnologia de la informació. Avaluació del producte software. Part 2: Planificació i Gestió.

Aquesta segona part de la normativa descriu la funció de suport que s'ha d'encarregar de la gestió de l'avaluació del producte software.

UNE-ISO/IEC 14598-3:2005 Tecnologia de la informació. Avaluació del producte software. Part 3: Procediment per a desenvolupadors.

Aquesta part de la normativa es centra en la implementació pràctica de l'avaluació del producte software, quan aquesta avaluació es realitza de forma conjunta amb el desenvolupament del producte. Desenvolupa en especial els conceptes tractats a les parts 1,2 i 6 d'aquest grup de normatives.

Està dissenyada per ser d'utilitat des de la perspectiva dels desenvolupadors de software.

En el cas que l'avaluació sigui realitzada per laboratoris d'avaluació de software, compradors, subministradors, usuaris o entitats de certificació, el procés a seguir està descrit a la part 5 d'aquesta normativa.

UNE-ISO/IEC 14598-4:2006 Tecnologia de la informació. Avaluació del producte software. Part 4: Procediment per a compradors (ISO/IEC 14598-4:1999) .

Aquest capítol de la norma ISO/IEC 14598 especifica la mesura i avaluació de la qualitat del software, en el context del procés d'adquisició de software, concretament en els casos de productes de les característiques següents:

- productes de software comercials off-the-shelf. Són components de software ja disponibles i que poden ser integrats en els productes propis sense necessitat de desenvolupar-los.
- personalitzacions de software o modificacions de productes ja existents.

UNE-ISO/IEC 14598-5:2006 Tecnologia de la informació. Avaluació del producte software. Part 5: Procediment per a avaluadors (ISO/IEC 14598-5:1998).

Describeu la implementació pràctica de l'activitat d'avaluació del software. Pot ser utilitzada per laboratoris d'avaluació de software, compradors, subministradors, usuaris i entitats de certificació.

En el cas que l'avaluació la realitzi el desenvolupador del producte, s'utilitza la part 3 d'aquesta normativa.

UNE-ISO/IEC 14598-6:2007 Tecnologia de la informació. Enginyeria del software. Avaluació del producte software. Part 6: Documentació dels mòduls d'avaluació. (ISO/IEC 14598-6:2001)

La darrera part de la normativa ISO/IEC 14598 determina la documentació a utilitzar al procés d'avaluació del producte software. Aquesta documentació és d'utilitat a l'hora de crear nous mòduls d'avaluació.

2.2.3.4 Altres normatives destacades sobre software.

UNE-ISO/IEC 19770-1:2008 Tecnologia de la informació. Gestió d'actius de software (SAM). Part 1: Processos.

La Gestió d'actius de software a una organització (en anglès SAM; Software Asset Management) s'ocupa de processos com la compra, gestió de llicències, implementació, manteniment i ús al qual es destina el software, amb la finalitat de maximitzar els beneficis.

UNE 71046:2000 Tecnologia de la informació. Paquets de software. Requisits de qualitat i proves.

Determina els requisits de qualitat que podem utilitzar en el cas de paquets de software, com per exemple paquets ofimàtics o programes d'utilitats. També determina mecanismes per verificar els requisits establerts.

No té en compte el procés de producció del paquet de software, ni el sistema de qualitat del proveïdor, es refereix a paquets ja lliurats a l'adquiridor.

UNE-ISO/IEC 90003:2005 Enginyeria del software. Guia d'aplicació de la ISO 9001:2000 al software.

És una guia per a l'aplicació de la norma ISO 9001:2000 al sector del software.

UNE-ISO/IEC 9126-1:2004 Enginyeria del software. Qualitat del producte software. Part 1: Model de qualitat.

Aquest primer capítol de la norma 9126 defineix un model de qualitat per als productes software. Distingeix dos àmbits: per una banda, el que anomena qualitat interna i qualitat externa, i per un altre costat el que defineix com a qualitat en ús.

La qualitat en ús és el resultat de la percepció de l'usuari de l'efecte combinat de les característiques derivades de les qualitats externes i internes.

Aquest document està destinat tant a compradors com a desenvolupadors, personal d'assegurament de qualitat i avaluadors.

També inclou un annex normatiu amb especificacions per mètriques de software i de qualitat en ús.

UNE 71044:1999 Tecnologia de la informació. Processos del cicle de vida del software.

Proposa una referència comuna per als processos de cicle de vida del software, i un mètode per a optimitzar aquests processos.

És aplicable a l'adquisició de productes, serveis o sistemes que contenen software, i també posteriorment, durant les fases de manteniment i operació.

Es considera que el software inclou la part de software dels productes firmware.

Aquesta norma és equivalent a la normativa internacional ISO/IEC 12207:1995.

A banda de les normatives assenyalades, existeixen d'altres que amplien les anteriors, i també que regulen la utilització del software en àmbits específics com poden ser la sanitat, els sistemes de control als ferrocarrils, els sistemes de control de les xarxes d'alta tensió, la detecció de gasos perillosos, aviació, defensa, i d'altres.

Existeixen col·leccions completes de normatives sobre temes com accessibilitat a les TIC, o fabricació d'equips electromèdics.

3. Gestió de la qualitat

En aquest capítol es descriuen alguns dels aspectes més importants de la gestió de la qualitat, com la diferència entre la gestió a nivell d'empresa i a nivell de projecte i com realitzar la planificació, l'assegurament i el control de la qualitat.

3.1 Introducció als sistemes de gestió de la qualitat

Un sistema de gestió de la qualitat és un conjunt d'activitats que s'estableixen per ajudar a aconseguir les finalitats desitjades per una empresa, organització o entitat. Es fa gestionant els mitjans disponibles, els procediments utilitzats i establint objectius que ajudin a aconseguir aquestes finalitats.

3.1.1 Sistemes de gestió de la qualitat a les organitzacions

Cada empresa ha de comptar amb un pla de gestió de la qualitat propi, definit de forma expressa en funció de les seves característiques. Però per a l'aplicació del sistema de gestió de la qualitat de l'empresa a un projecte o producte concret, s'ha d'adaptar aquest pla a cada nou projecte o producte.

Però no n'hi ha prou amb la planificació. En un sistema de gestió de la qualitat també és molt important realitzar un seguiment de l'eficàcia de les activitats previstes. Els aspectes més importants en aquest seguiment són l'eficàcia dels processos utilitzats per a la realització del producte final, la qualitat d'aquest producte, i el grau de satisfacció i conformitat que té el client destinatari del producte o servei.

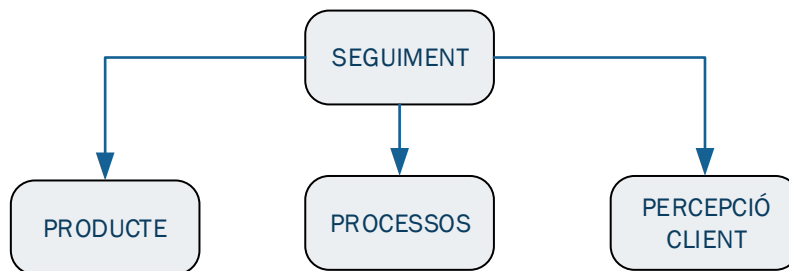


Figura 1

El sistema de gestió de la qualitat implica els aspectes següents:

- La planificació de les activitats a l'empresa.
- La fixació d'objectius de qualitat.
- Mantenir documentació i registres detallats sobre les activitats a l'empresa.
- Les responsabilitats i implicació de la direcció i la resta de treballadors.

- El nivell d'habilitats i formació dels treballadors.
- La gestió dels recursos materials, infraestructures i compres.
- El seguiment i revisió continua de les activitats, enfocat a la millora de l'eficàcia.
- L'enfocament al client, a la seva satisfacció amb el compliment dels seus requisits.

3.1.2 Documentació del sistema de gestió de la qualitat

L'empresa ha de concretar en un document la política de qualitat que vol seguir i els objectius a assolir com a resultat final de les seves activitats. Aquest document s'inclou com una part del manual de qualitat, però també pot ser utilitzat de forma individual.

El document més important és el manual de qualitat. Ha d'especificar l'abast del sistema de gestió de la qualitat, fer referència als processos establerts i determinar les relacions entre aquests processos. Al capítol següent es mostra un exemple de manual de qualitat.

El manual de qualitat, i el document de política de qualitat (si no està inclòs al manual), han de ser documents públics, quedant a disposició de clients, proveïdors o altres interessats a conèixer la gestió de la qualitat a l'empresa.

També s'ha d'establir i mantenir la documentació dels procediments utilitzats a l'empresa.

S'han de mantenir registres sobre aspectes com entrades als processos, resultats d'aquests processos, canvis realitzats, mesures de variables, reunions, revisions i d'altres.

Tots els documents relacionats amb el pla de gestió de la qualitat han de ser aprovats pel responsable designat per la direcció abans de ser emesos.

Els documents sempre han d'estar a l'abast dels treballadors de l'empresa, al punt a on han de ser utilitzats i en versions actualitzades, per reflectir totes les modificacions aplicades.

L'emmagatzemament de la documentació en suport informàtic ha de preveure situacions com:

- Que la documentació es pugui perdre pel deteriorament del suport informàtic, maquinari o programari a on s'ha desat.
- La protecció contra virus o malware.
- El control i autorització d'accés a aquesta documentació.

- L'emmagatzemament d'almenys dues còpies en ubicacions físiques diferents, per evitar la pèrdua total de la documentació en situacions extraordinàries com incendis, robatoris, etc.

Aquestes mesures són aplicables a tot tipus de documentació rellevant emmagatzemada a l'empresa.

3.2 Gestió de la qualitat a nivell de projecte.

Cada projecte que afronta una empresa té unes característiques diferents, per tant la política de qualitat s'ha d'adaptar a les característiques dels diferents projectes.

3.2.1 Fases de la gestió de la qualitat a nivell de projecte.

A nivell de projecte, la gestió de la qualitat es divideix en tres fases:

- Planificació de la qualitat.
- Assegurament de la qualitat.
- Control de la qualitat.

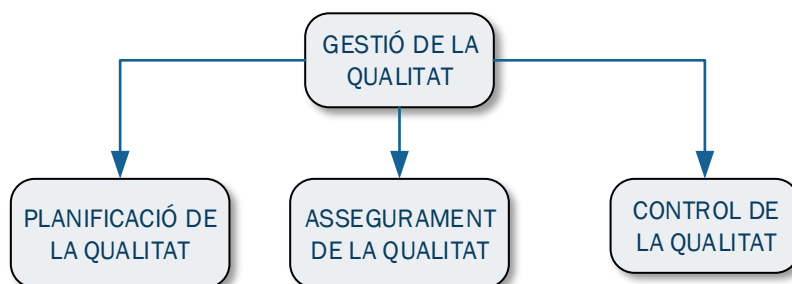


Figura 2

A la planificació de la qualitat es dissenya la política de qualitat a seguir a un projecte.

L'assegurament de la qualitat tracta sobre el control de les activitats i processos que es duren a terme per assolir els objectius de qualitat fixats, que poden ser establerts pel client, per la mateixa empresa o per normatives externes.

El control de la qualitat també té per objectiu assolir els objectius de qualitat fixats però, a diferència de l'assegurament de la qualitat, no es centra en el control dels processos sinó en el control de la qualitat al producte final.

3.2.2 Model de cicle de vida

El model de cicle de vida és l'enfocament que es dóna al procés de desenvolupament de software, afectant per exemple a l'ordre en què es

realitzen les etapes com el disseny, el desenvolupament, les proves, i també condicionant la interrelació entre aquestes fases.

3.3 Planificació de la qualitat

La política de qualitat d'una organització es defineix al seu manual de qualitat. Una organització dedicada a la creació o desenvolupament de software pot trobar-se amb projectes de diferents característiques, i ha d'aplicar la mateixa política de qualitat als diferents projectes ens els quals treballa.

La planificació de la qualitat adapta la política de qualitat de l'organització a cada projecte concret.

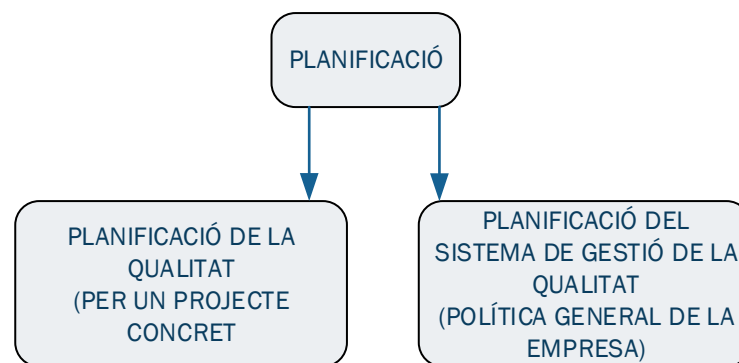


Figura 3

S'ha de tenir en compte que la planificació de la qualitat a un projecte té moltes possibilitats de ser modificada posteriorment, ja que durant les diferents fases del projecte es disposa de nova informació que requereix aquestes modificacions per millorar l'eficàcia.

Per tant, la planificació de la qualitat no pot ser considerada com un concepte estàtic, és un procés dinàmic que s'actualitza constantment de forma iterativa.

3.3.1 Estimació del cost del projecte.

Una part important de la planificació de la qualitat és el seguiment i mesura de les activitats realitzades.

Una de les formes més utilitzades de seguiment i avaluació és la comparació entre el cost planificat i el real.

L'estimació del cost no es pot realitzar fins a la finalització de l'etapa d'establiment de requisits i funcions a implementar.

3.3.2 Equip responsable de qualitat.

La direcció de l'empresa ha de designar una persona que assumeixi la responsabilitat del sistema de gestió de la qualitat. Aquesta persona pot designar un equip de suport en funció de la dimensió de l'empresa i de la seva activitat.

Les seves tasques principals són:

- Ha d'assegurar el correcte funcionament del sistema de gestió de la qualitat, millorant la seva eficàcia.
- Ha de mantenir informada a la direcció sobre el seu funcionament.
- Ha d'assegurar la implicació amb el sistema de gestió de la qualitat de tots els treballadors de l'empresa.
- Ha de ser l'interlocutor de l'empresa en tot el referent a la gestió de la qualitat a les relacions amb l'exterior.

3.3.3 Planificació de processos

La planificació prèvia dels processos a seguir és una part molt important de la gestió de la qualitat. De forma general i independentment del seu àmbit, la planificació d'un procés inclou les etapes següents:

Identificació: No sempre és evident adonar-se de la necessitat d'establir un procés determinat.

Determinació de relacions: Establir amb quins altres processos interacciona i l'ordre temporal d'execució entre processos relacionats.

Seguiment dels processos: Realitzar mesures sobre paràmetres dels processos (cost, hores invertides i altres paràmetres específics de cada procés) i comparar-les amb els valors planificats. També s'ha de fer seguiment dels resultats de sortida dels processos, comprovant que no es desvien dels valors previstos.

Millora continua: S'han de preveure accions per la millora continua dels processos establerts, fins i tot en cas de què aquests estiguessin assolint els resultats esperats. S'ha de fer cada cop que es detecti una desviació dels resultats previstos, o de forma periòdica i planificada si no es detecten aquestes desviacions.

3.3.4 Revisió del sistema de gestió de la qualitat

La direcció de l'empresa ha de revisar el sistema de gestió de la qualitat amb l'objectiu de confirmar la seva adequació a la seva activitat. Alguns motius que justifiquen una revisió són:

- Si al començar a treballar en un nou projecte es detecten aspectes evidents que poden ser millorats.
- Després de qualsevol modificació rellevant a l'estructura de l'empresa.

- A proposta de qualsevol treballador, prèvia autorització del responsable del sistema de gestió de la qualitat.
- Si es detecta un grau de satisfacció del client no acceptable.
- De forma ordinària, al cap de dotze mesos de la darrera revisió.

Per realitzar aquestes revisions s'ha de comptar amb una informació prèvia, com:

- Resultats disponibles d'avaluacions anteriors de processos i productes.
- Estat actual d'accions correctives posades en marxa amb anterioritat com a resultat de revisions anteriors.
- Tota la retroalimentació d'informació disponible dels clients que tingui relació amb la gestió de la qualitat.

Aquesta informació ha de ser aportada pel responsable del sistema de gestió de qualitat a l'empresa. El resultat de les revisions ha de quedar documentat i registrat, i ha de generar una informació de sortida com:

- Accions de millora del propi sistema de gestió de la qualitat, dels processos o dels productes finals, especialment dels seus requisits, o de la percepció del client sobre ells.
- Necessitat de millora de recursos humans o tècnics. Millores o canvis als proveïdors.

3.4 Assegurament de la qualitat

De forma general, l'assegurament de la qualitat es centra en els processos que es duren a terme per assolir els objectius de qualitat establerts en un producte concret.

Això fa que la fase de disseny sigui especialment important: la gran majoria de defectes presents al producte de sortida, el programari, provenen d'errors incorporats al procés de disseny.

Es considera que els errors de disseny suposen un 27% sobre el total d'errors presents al software (Martin, 1984).

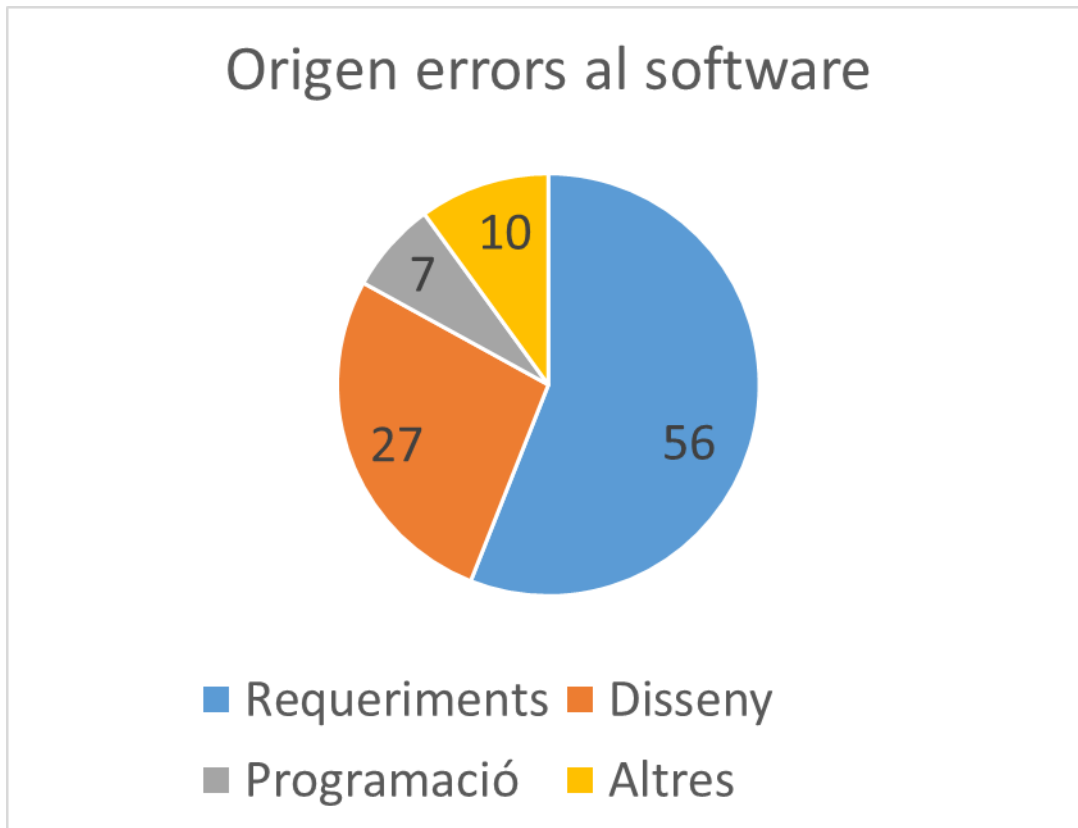


Figura 4

Un disseny que dona com a resultat unes especificacions que compleixen els requisits fa possible una implementació que també ho faci.

Per tant, es consideraran de forma independent les fases de disseny i d'implementació del programari.

A continuació es defineixen els mètodes que s'hauran de seguir dins del pla de política de qualitat. En un entorn de gestió de la qualitat no és suficient la identificació d'un procés i la seva descripció, també s'ha de tenir en compte:

- L'assegurament dels recursos necessaris per al procés.
- Com es durà a terme el seu seguiment, anàlisi i mesura, aspectes necessaris per a la millora continua del procés.
- Les mesures per assegurar la seva eficàcia.

3.4.1 Mètode de planificació del disseny

El disseny del producte software a desenvolupar ha de ser planificat. Això evitarà errors en aquesta etapa, que després es poden propagar a l'etapa de desenvolupament. També reduirà el pes (i per tant el cost) de l'etapa de testeig un cop desenvolupat el programari.

Descripció del procés:

La direcció analitza els requisits del client pel producte a desenvolupar. Posteriorment, designa l'equip humà que realitzarà la planificació, i fa una estimació dels recursos tècnics o de formació necessaris.

L'equip humà designat realitza la planificació seguint les especificacions del manual de procediments, que ha de ser revisada i aprovada per la direcció.

Assegurament de recursos:

Recursos humans: Un cop designades les persones que han de formar l'equip, s'ha de confirmar amb els seus integrants la disponibilitat, tenint en compte aspectes com la previsió de vacances o permisos, o participació en altres tasques durant aquest període.

Altres recursos: En aquesta fase inicial del projecte, tan aviat com es detecta la necessitat d'un nou maquinari, programari o formació relacionada, s'ha de posar en coneixement de la direcció, per a l'autorització de l'adquisició del recurs. No fer-ho pot implicar retards en l'execució de tot el procés.

Seguiment, anàlisi i mesura:

L'eficàcia del procés de planificació del disseny pot variar significativament quan s'aplica a diferents projectes.

Una forma de valorar si el procés és eficaç pot ser comparar el nombre total d'hores invertides amb les previstes per la direcció, o considerar el nombre de vegades que s'ha hagut de revisar la planificació abans de ser aprovada.

Mesures per assegurar l'eficàcia.

Es responsabilitat del representant de la direcció prendre mesures per a garantir que el procés es realitza de forma eficaç:

- S'ha d'informar per escrit a tots els membres de l'equip de totes les fases del procés.
- En cas d'una gran diferència entre les hores previstes i les invertides s'ha d'analitzar en quina fase del procés s'han perdut i analitzar les causes. A partir d'aquesta anàlisi s'ha de valorar si s'ha de redefinir alguna part del procés.
- Si es necessiten moltes revisions de la planificació abans de ser aprovada, s'ha d'identificar en quines parts s'han hagut de fer les modificacions i valorar si cal redefinir algun aspecte del procés.

3.4.2 Mètode de disseny

A la planificació del disseny, s'hi ha d'haver designat l'equip que ha de treballar en aquesta fase. És recomanable que l'equip que ha realitzat la planificació sigui també el responsable de dur a terme el disseny del projecte.

Una fase de disseny que proporcioni unes especificacions adequades, facilita enormement la implementació, que es pot fer, en algunes de les seves parts, de forma quasi automàtica a partir d'aquestes especificacions.

Descripció del procés:

Es realitzarà el disseny del programari a desenvolupar seguint la planificació prevista i les especificacions recollides al manual de procediments.

El resultat ha de ser aprovat per la direcció.

Assegurament de recursos:

Recursos humans: Els integrants de l'equip han de confirmar la seva disponibilitat per a les dates previstes, revisant vacances, permisos o previsió de dedicació a altres tasques.

Altres recursos: A la fase de disseny es poden detectar noves necessitats de recursos tècnics o humans per a la fase d'implementació. La direcció ha d'autoritzar i facilitar aquests recursos.

Seguiment, anàlisi i mesura:

Al disposar d'una planificació prèvia, com a seguiment d'aquesta fase de disseny, es pot comparar el temps invertit amb el previst a la planificació.

Mesures per assegurar l'eficàcia:

En qualsevol pla de gestió de la qualitat, sempre que sigui possible, s'han de prendre mesures perquè el procés es realitzi de forma eficaç:

- Els membres de l'equip han de conèixer amb antelació i per escrit tota la informació relacionada amb les tasques a realitzar.
- Si les hores de dedicació superen a les previstes a la planificació, o el disseny ha de ser revisat abans de ser aprovat per la direcció, s'ha d'estudiar si és necessari millorar l'eficàcia del procés.

3.4.3 Mètode de planificació de la implementació

A la creació de programari, la fase de desenvolupament a la que es refereixen la majoria de les teories de la gestió de la qualitat, es correspon amb les fases d'implementació i disseny.

Igual que a la fase de disseny, si volem desenvolupar un projecte aplicant uns mínims criteris de gestió de la qualitat, la fase d'implementació del programari ha de ser planificada. Això evitarà errors d'implementació, que poden dificultar i allargar la fase de proves (augmentant el cost econòmic del projecte) o, si són detectats, rebaixar la qualitat del producte final, empitjorant la satisfacció del client.

Descripció del procés:

A l'etapa de disseny, s'ha definit l'equip humà, els recursos tècnics i les necessitats de formació necessàries per a aquesta fase. Aquest equip haurà de realitzar la planificació d'acord amb les especificacions del disseny i les instruccions del manual de procediments.

Assegurament de recursos:

Recursos humans: Els components de l'equip han de confirmar la seva disponibilitat per a les dates previstes de realització d'aquesta fase.

Altres recursos: En cas de necessitar recursos no previstos, la direcció ha d'aprovar la seva adquisició tan aviat com sigui possible.

Seguiment, anàlisi i mesura:

- Si la planificació conté errors o no és realista, possiblement es detectarà a la fase d'implementació. Es pot fer un registre dels errors detectats per a implementar mesures de correcció
- Seguiment de les vegades que una planificació ha de ser revisada per a la seva aprovació definitiva.

Mesures per assegurar l'eficàcia:

- Ha de quedar constància de què els components de l'equip de planificació han rebut tota la informació necessària.
- Analitzar els errors detectats a la planificació i implementar accions per a evitar la seva repetició.
- En cas de ser necessàries revisions de la planificació abans de la seva aprovació, comprovar si es pot millorar el procés per a evitar-ho en el futur.

3.4.4 Mètode d'implementació de programari

Un cop realitzada la seva planificació, es pot iniciar la fase d'implementació de programari.

Descripció del procés:

A partir de les especificacions de la fase de disseny, la planificació establerta i les instruccions especificades al manual de procediments, es realitza la implementació del programari.

Assegurament de recursos:

Recursos humans: Tot l'equip ha d'assegurar la seva disponibilitat per al període previst de treball.

Altres recursos: S'ha de confirmar que es disposa dels mitjans tècnics necessaris, i de què es realitza la formació necessària.

Seguiment, anàlisi i mesura:

- Segons les característiques del programari a implementar, a la fase de planificació es poden establir testejos del programari, a realitzar en etapes intermèdies de la seva implementació.
- Si la dimensió del programari a implementar ho permet, es pot realitzar un seguiment del treball realitzat utilitzant mètriques de productivitat.
- S'ha de comprovar si s'han complert les previsions en temps invertit, en recursos tècnics previstos a la planificació i respecte a l'estructura de l'equip, per exemple, si l'equip era insuficient o estava sobredimensionat.

Mesures per assegurar l'eficàcia:

La direcció ha de notificar a l'equip d'implementació les especificacions resultants del disseny i la planificació realitzada amb anterioritat.

S'han de revisar els resultats de les mesures de seguiment proposades a l'apartat anterior i revisar els procediments per millorar els resultats en el futur.

3.4.5 Mètode de planificació de la fase de testeig

Un cop finalitzada la implementació del programari, s'ha de realitzar el testeig del mateix per a comprovar la seva qualitat i adequació als requisits establerts. Planificar prèviament aquesta fase de proves millora la seva eficàcia, i és una activitat necessària si es vol aplicar un pla de gestió de la qualitat.

Descripció del procés:

Consisteix a realitzar una planificació de la fase de testeig. També s'ha de preveure quins recursos humans i tècnics seran necessaris per al testeig.

La planificació s'ha de realitzar seguint els passos enumerats al manual de procediments.

Assegurament de recursos:

Recursos humans: A l'inici dels treballs de planificació, les persones que formen l'equip han d'assegurar la seva disponibilitat.

Altres recursos: També s'ha d'assegurar la disponibilitat de maquinari, programari o formació relacionada.

Seguiment, anàlisi i mesura:

Es pot tenir en compte:

- Si les hores invertides coincideixen amb les previstes a l'inici de la planificació.
- Les vegades que s'ha revisat la planificació abans de ser aprovada per la direcció.

Mesures per assegurar l'eficàcia:

De la mateixa manera que als apartats anteriors:

- S'ha d'informar tot l'equip del calendari, requisits i objectius de la planificació.
- Si les mesures de seguiment establertes a l'apartat anterior posen de manifest resultats no satisfactoris, s'han de revisar i redefinir els procediments necessaris per a millorar-los.

3.4.6 Mètode de testeig

Un cop finalitzada la planificació, es pot dur a terme el testeig del programari.

Descripció del procés:

A la fase de planificació del testeig, com a part de la planificació s'ha d'haver determinat:

- Estructura de l'equip humà necessari per a la fase de testeig. Necessitats de formació de l'equip.
- Recursos tècnics necessaris per a la fase de testeig.

El procés de testeig es durà a terme en les fases següents:

- Anàlisi de la documentació resultant de la fase de planificació.

- Realització del testeig seguint la planificació estipulada i el mètode indicat al manual de procediments.

Assegurament de recursos:

Recursos humans: Les persones que formen l'equip de testeig han d'estar disponibles durant les dates de realització del mateix.

Altres recursos: S'ha de garantir l'accés als recursos tècnics, humans i de formació necessaris per a efectuar el testeig del programari.

Seguiment, anàlisi i mesura:

El fet de disposar d'una planificació prèvia facilita fer un seguiment de la marxa del testeig. En cas de desviacions sobre el temps o sobre altres resultats previstos, s'ha de valorar si és necessari implementar accions correctives o redefinició de procediments.

Mesures per assegurar l'eficàcia:

Si el testeig no compleix les previsions de la planificació prevista, s'han de dur a terme les mesures correctives resultants del seguiment realitzat a l'apartat anterior.

3.4.7 Control dels procediments a la fase d'assegurament de la qualitat

Un dels punts més importants a la gestió de la qualitat és el control dels procediments utilitzats. A partir d'aquest control s'obté la informació bàsica per a la millora continua dels procediments.

Dues opcions de control sobre el desenvolupament de programari són:

- A la majoria de projectes és necessari aplicar tècniques de testeig de programari durant el procés d'implementació, no sent recomanable esperar al final del procés. Amb els resultats d'aquestes proves es poden obtenir conclusions sobre la correcció dels procediments que s'estan utilitzant.
- Es poden utilitzar mètriques de productivitat, els resultats de les quals són independents de les tècniques d'implementació triades.

3.4.8 Mètriques de productivitat

Per a valorar el funcionament i les possibles necessitats de millora dels procediments s'ha de tenir en compte la seva productivitat. De forma molt general, es pot dir que la productivitat és la relació entre els resultats obtinguts i els recursos que s'han consumit per a obtenir aquests resultats.

Una forma molt senzilla de mesurar la productivitat en el desenvolupament de programari és tenint en compte factors com:

- La quantitat de software per persona i unitat de temps: per exemple el nombre de classes o mètodes que un programador finalitza per dia, setmana, etc.
- Pel que fa a la dimensió: com la mida dels projectes en subsistemes, classes o col·laboracions dintre classes, línies de codi.

Aquests valors es poden comparar amb els obtinguts en projectes anteriors, o amb les estimacions fetes abans de començar a desenvolupar els projectes.

Si es vol utilitzar un mètode més professional, s'han d'utilitzar mètriques de productivitat. Queda fora de l'abast d'aquest projecte l'estudi en detall d'aquest tipus de mètriques.

A l'apartat següent, es descriu breument, a tall d'exemple, el mètode de punts de funció, que mesura la mida del software. Si coneixem la mida i els recursos utilitzats, podem calcular la productivitat.

3.4.8.1 Mètode de punts de funció

Aquest mètode realitza mesures de programari basades en les seves funcions, i no en variables relacionades amb la seva mida aparent, com per exemple el total de línies de codi. Els seus resultats tampoc depenen de la tecnologia, plataforma o llenguatge de programació utilitzats.

Es pot utilitzar abans de finalitzar els projectes, per tant és útil per calcular la productivitat en diferents fases de la creació del programari.

La gran acceptació d'aquest mètode ha portat a la creació del IFPUG (Grup Internacional d'Usuaris de Punts de Funció), que es considera referent internacional en aquesta tècnica.

Aquesta organització ha desenvolupat un manual de mesura de punts de funció, conegut com a CPM, que descriu el mètode que aquesta associació ha creat per a l'aplicació del Mètode de punts de funció.

Aquest manual es basa en la normativa internacional ISO/IEC 20926:2009.

A Espanya, la norma UNE 71045-1:2000 descriu els conceptes bàsics i, de forma general, com s'ha d'aplicar un mètode de mesura funcional.

En el cas que ens ocupa, la creació de programari de mida petita o mitjana, l'aplicació d'aquesta tècnica pot tenir els següents inconvenients:

- L'aplicació d'aquesta tècnica requereix un important esforç de formació.
- El volum de feina que representa pot ser molt important en proporció al volum de feina del propi desenvolupament del programari.

- Es considera que, de forma aproximada, no es pot obtenir un resultat fiable per sota dels 100 punts de funció. Per tant no és recomanable aplicar aquesta tècnica en programaris de mida inferior.

3.5 Control de la qualitat

A la introducció d'aquest capítol es diu que el control de la qualitat té per objectiu assolir els objectius i requeriments de qualitat de l'empresa, controlant el nivell de qualitat del producte final.

Als processos de creació de software el control dels resultats dels processos és equivalent al control del programari final, i es realitza mitjançant el que es coneix com a testeig.

Perquè l'aplicació del testeig sigui el més eficaç possible, no és recomanable realitzar-lo només un cop finalitzada la fase d'implementació. S'ha de començar a aplicar a la fase d'implementació, tant per detectar la propagació d'errors incorporats a la fase de disseny, com per evitar l'aparició de nous errors.

3.5.1 Objectius de la qualitat del producte

En general, en el cas del programari, es consideren com a característiques que permeten valorar el grau de qualitat les següents:

Eficiència: L'eficiència en el software es mesura principalment en temps i recursos de software: el programari ha de ser ràpid i necessitar poca memòria.

Fiabilitat: El programari ha de tenir els mínims errors, i ha de donar una bona resposta tant als errors propis com als dels usuaris.

Usabilitat: El programari ha de ser fàcil d'entendre i d'utilitzar.

Mantenibilitat: El programari ha de ser fàcil de provar i analitzar.

Funcionalitat: Les funcions del programari han de ser útils per l'usuari.

Portabilitat: El programari ha de ser fàcil d'instal·lar, d'adaptar i de reemplaçar.

De forma més específica, la qualitat del programari es pot valorar amb una sèrie d'atributs coneguts com a mètriques de qualitat de programari.

3.5.2 Mètriques de programari

Una forma de mesurar la qualitat del programari que s'està desenvolupant és utilitzant mètriques. Les mètriques defineixen una sèrie d'atributs del programari que permeten valorar la seva qualitat, d'acord amb uns valors de referència. Per tant, des del punt de vista del control de la qualitat és una manera de mesurar la qualitat del producte final.

Una de les mètriques més utilitzades és la complexitat ciclomàtica o CM, que mesura la complexitat lògica d'un mètode. Es pot calcular a partir del seu graf de flux. Quan encara s'està implementant el codi, el seu càlcul és útil per detectar una possible complexitat excessiva del programari. També pot ser útil per saber com afecten els canvis a la complexitat, fent el càlcul abans i després d'un canvi.

En aquest treball no es pretén fer una descripció exhaustiva de les mètriques sobre programari ni de les eines que ens ajuden a calcular-les, però la seva importància sí que mereix la dedicació dels següents apartats del treball.

3.5.2.1 Mètriques per a classes

Les més utilitzades són les conegudes com a mètriques CK. Dins d'aquest grup es consideren:

- MPC o Mètodes ponderats per classe: En anglès es coneix com a Weighted methods per class o WMC. Es pot calcular amb la suma de les complexitats ciclomàtiques dels mètodes d'una classe o, de forma més aproximada, com el nombre de mètodes de la classe. Un valor alt indica un arbre d'herència més complex i pitjors opcions de reutilització. Al ser un indicador del nombre de mètodes i de la seva complexitat, també és un indicador de l'esforç de desenvolupament i manteniment necessari.
- PAH o Profunditat de l'arbre d'herència: El terme anglès és DIT o Depth Inheritance Tree. Mesura la distància màxima entre l'arrel de l'arbre d'herència i una classe.
Un valor gran indica un alt grau de reutilització, però també que el disseny és més complex i que el comportament serà més difícil de preveure.
- NDD o Nombre de descendents: En anglès NOC o Number of Children. El NDD d'una classe és el nombre de classes hereves immediates. Un NDD alt indica un alt grau de reutilització del codi, però si és molt alt, pot indicar errors de disseny, ja que potser és necessari utilitzar alguna classe intermèdia a l'arbre d'herència. També és un indicador de la complexitat que serà necessària al testeig de les classes.
- ACO o Acoblament entre classes objecte: En anglès es coneix com a CBO o Coupling Between Object Classes. El valor ACO d'una classe determinada indica el nombre de classes de les quals aquesta utilitza mètodes o variables d'instància. Si es vol respectar la propietat d'encapsulament de les classes, i no dificultar la posterior reutilització, modificacions o manteniment de la classe, el disseny i la implementació de la classe han d'intentar mantenir el valor d'aquesta mètrica tan reduït com sigui possible.
- RPC o Resposta per a una classe: És anomenada en anglès RFC o Response for a Class. El RPC d'una classe indica quants mètodes, d'aquesta classe o d'un altre, s'executen com a resposta a un missatge

enviat a la classe. A les etapes de disseny i implementació no s'ha de permetre que el seu valor sigui molt elevat, ja que dificultaria les fases de comprovació i testeig.

- CCM o Carència de cohesió als mètodes: En anglès LCOM o Lack of Cohesion in Methods. Fa una valoració de la cohesió d'una classe a partir de quants dels seus mètodes utilitzen en comú atributs de la classe. S'ha d'intentar obtenir un valor baix.

Existeixen eines d'avaluació que permeten analitzar un programari en concret i obtindrà els valors d'algunes d'aquestes mètriques.

3.5.2.2 Mètriques per a mètodes

En cas de voler un control més exhaustiu sobre la qualitat del programari, es poden aplicar mètriques sobre els seus mètodes, com per exemple les anomenades mètriques LK (Lorenz, Kidd; 1994). Alguns dels aspectes que avaluen aquestes mètriques són:

Respecte als mètodes per classe:

- El nombre de mètodes públics d'instància.
- El nombre de mètodes sobrecarregats o heretats.
- El nombre de mètodes i variables per instància i per classe.
- Nombre de mètodes afegits a les subclasses, que especifiquen el comportament respecte a la superclasse.
- Índexs sobre l'especialització de les subclasses respecte a les superclasses.

Respecte als mètodes:

- Grandària mitjana dels mètodes, en línies de codi o basant-se en la quantitat de missatges enviats pel mètode.
- Nombre mitjà de paràmetres per mètode.
- Relació de mètodes de grandària continguda respecte al total de mètodes.

3.5.2.3 Mètriques sobre projectes

Sovint s'utilitzen mètriques sobre projectes que quantifiquen aspectes com la mida del programari o el grau de productivitat assolit pels desenvolupadors.

Pel que fa a la mida, no sempre és possible establir una relació directa entre mida i qualitat del programari. Respecte a la mesura de la productivitat, pot ser

un indicador a tenir en compte en la fase d'assegurament de la qualitat, i pot indicar necessitats de millora o de redefinició dels procediments utilitzats.

3.5.3 Eines de comprovació de mètriques i anàlisi de codi.

Existeixen algunes eines que poden analitzar el codi implementat, possibilitant l'obtenció del valor d'algunes de les mètriques més significatives.

A continuació es descriuen breument algunes de les més conegudes

3.5.3.1 Comprovació de mètriques

Java Measurement Tool (JMT):

Permet valorar mètriques en classes o projectes sencers implementats en llenguatge Java. A escala de classe, retorna, entre altres, el valor de les mètriques següents:

- LOC: Lines of Code o Línies de Codi.
- NOP: Number of Parameters o Nombre de Paràmetres.
- NOC: Number of children o Nombre de classes filles.
- DIT: Depth of Inheritance Tree o longitud màxima d'una classe a l'arrel de l'arbre d'herència.
- WMC: Weighted Methods per Class o mètodes ponderats per classe.
- WAC: Weighted Attributes per Class o nombre d'atributs per classe.
- CBO: Coupling between Object Classes o acoblament entre classes.
- RFC: Response for a Class o resposta per a una classe.

Respecte als mètodes pot fer càlculs senzills com el total de línies de codi o el nombre de paràmetres. A escala de projecte ens retorna valors com la mitjana de mètodes per classe, d'atributs per classe, o de paràmetres per mètode.

Metrics Eclipse Plugin:

Amb aquesta aplicació del conegut entorn de desenvolupament Eclipse, l'usuari estableix els valors màxims i mínims per a cada mètrica. Mentre es va implementant el programa, l'eina mostra de forma directa els valors de les mètriques i si el seu valor està dintre del rang escollit.

Algunes de les mètriques analitzades són:

- Algunes de les que es van descriure a l'apartat anterior dedicat a l'eina JMT, com DIT, TLOC (línies de codi), WMC, NOP o NOP.

- LCOM: Lack of Cohesion in Methods o carència de cohesió als mètodes.
- CM: McCabe Cyclomatic Complexity o complexitat ciclomàtica de McCabe.

Permet obtenir gràfics sobre la interdependència entre els paquets del projecte.

3.5.3.2 Anàlisi de codi

També existeixen altres eines que, sense avaluar les mètriques anomenades anteriorment, ajuden a comprovar la qualitat del codi:

Java Coding Standard Checker (JCSC):

A banda de comprovar que s'ha utilitzat una nomenclatura correcta de classes, paràmetres, interfícies i altres elements, ajuda a estructurar correctament les classes.

També detecta incorreccions del codi, com alguns errors a les captures d'excepcions o a les estructures de control de flux.

Pot calcular dues mètriques:

- El nombre de línies de codi útils.
- Un càlcul de la complexitat ciclomàtica basat en el nombre de camins que és possible executar en cada mètode.

4. Manual de qualitat.

En aquest capítol es mostra un exemple de manual de qualitat que es podria utilitzar en una empresa de producció de programari petita o mitjana.

4.1 Introducció.

El manual de qualitat és el document més important del sistema de gestió de la qualitat d'una empresa.

Inclou el document de política de qualitat a l'empresa, que és la part específica que estableix els termes generals de la política de qualitat a seguir pels treballadors de l'empresa, i que es pot utilitzar de forma independent del manual.

Especifica l'abast de la política de qualitat identificant les activitats de l'empresa que es tenen en compte a l'hora de definir la política de qualitat.

També defineix els processos que s'estableixen en funció del mateix pla de qualitat, i que generen els procediments recollits al manual de procediments de l'empresa.

Finalment descriu la interacció entre els processos definits a l'apartat anterior.

4.2 Objectiu del manual.

Aquest manual de qualitat té l'objectiu de definir la política de gestió de la qualitat a l'empresa .

4.3 Dades de l'empresa.

En aquest apartat s'haurien d'incloure les dades generals de l'empresa com nom, sector de negoci, mida, historial, ubicació, etc.

4.4 Descripció de l'activitat de l'empresa.

En aquest cas s'hauria de fer una descripció de l'activitat de l'empresa, un esquema de la seva divisió en departaments, i un resum escrit de la funció de cada departament.

4.5 Política de qualitat.

Els termes generals de la política de qualitat de l'empresa queden definits al document de política de qualitat. A continuació es mostra un exemple d'aquest document:

4.5.1 Exemple de document de política de qualitat

L'empresa _____ es dedica a la creació i manteniment de software a mida segons els requisits especificats i acordats amb el client. Es

treballa en projectes de mida petita i mitjana, que poden formar part o no d'altres projectes més grans.

Amb aquest document, la direcció de l'empresa estableix la política de qualitat a seguir, tant per la direcció com per tota la resta de treballadors de l'empresa, que han d'assolir i mantenir un alt grau d'implicació amb aquesta política.

El sector de les noves tecnologies és un sector de gran competitivitat empresarial, a on s'ofereix una gama molt amplia de possibilitats de servei pel que fa a la producció, operació i manteniment de software. En un entorn tan exigent, la direcció considera que l'èxit de l'empresa es basa en un alt grau de satisfacció dels seus clients, i en què els clients considerin aquest grau de satisfacció com un element diferencial respecte als serveis oferts per altres empreses. Per a aconseguir-ho, és imprescindible l'establiment d'una política de qualitat orientada a augmentar aquesta satisfacció. Per aquest motiu, l'empresa treballa per:

- La satisfacció completa dels requisits exigits pels clients als nostres productes i serveis.
- L'assegurament de la correcta percepció dels clients del compliment d'aquests requisits.
- L'assegurament de la correcta percepció de l'empresa del grau de satisfacció dels clients.
- La revisió i millora permanent del sistema de gestió de la qualitat i dels seus objectius.

Hi ha altres aspectes sense els quals no és possible assolir els objectius anteriors, ni dur a terme una política de qualitat efectiva:

- El concepte de millora continua en totes les activitats de l'empresa, no només les que poden afectar el compliment dels requisits dels productes.
- La revisió i millora permanent de tots els procediments i productes a l'empresa.
- La tria adequada de proveïdors, equips i serveis.
- L'establiment d'una política de recursos humans que, a canvi del compromís total amb els objectius de l'empresa, vetlli pel creixement personal i professional, el benestar, la formació continuada, la bona comunicació i bon ambient entre tots els treballadors, i la conciliació de la vida personal i laboral de tots els treballadors de l'empresa. Creiem que es tracta d'una condició imprescindible per a l'èxit de les activitats de l'empresa.

L'empresa es compromet a seguir un comportament respectuós amb el medi ambient.

A banda d'aquest document, tots els treballadors de l'empresa han de conèixer i aplicar la resta del contingut del Manual de Qualitat de l'empresa.

Signat,

Rebut,

Nom:
Direcció / Gerència
Data:

Nom:
Departament:
Data:

4.5.2 Revisions del document de política de qualitat

Es realitzarà una revisió d'aquest document en els casos següents:

- Si en començar a treballar en un nou projecte es detecten aspectes evidents que poden ser millorats, prèvia autorització del responsable del sistema de gestió de la qualitat.
- Després de qualsevol modificació rellevant a l'estructura de l'empresa.
- A proposta de qualsevol treballador, prèvia autorització del responsable del sistema de gestió de la qualitat.
- De forma ordinària, al cap de dotze mesos de la darrera revisió o modificació.

Qualsevol modificació realitzada en aquest document serà comunicada a tot el personal de l'empresa.

4.6 Abast del sistema de gestió de la qualitat

Les normatives ISO 9001 determinen els requisits per a la gestió de la qualitat per qualsevol tipus d'organització, pública o privada, sense tenir en compte aspectes com la dimensió de l'organització o l'activitat.

Existeix una guia per a l'aplicació de la norma ISO 9001:2000 al software, concretament la normativa de qualitat UNE-ISO/IEC 90003:2005.

Aquesta darrera normativa de qualitat ha servit de referència per a l'exemple d'especificació de política de qualitat que es vol mostrar en aquest projecte,

dissenyat per a una l'empresa de creació de software de dimensió petita o mitjana.

Tot i haver pres aquesta normativa com a referència, no es segueix exhaustivament. Fer-ho demanaria ampliar la mida d'aquest treball fins a quedar fora dels límits marcats. Per tant, s'ha optat per tractar l'aplicació de la gestió de la qualitat a només una part dels processos que demanaria una implementació completa d'un sistema de gestió de la qualitat: els processos relacionats directament amb el programari, com el disseny, la implementació i les proves.

Alguns aspectes importants de la gestió de la qualitat que no es tracten en aquest treball són:

- Els registres de documentació, seguiments o mesures.
- La gestió de proveïdors, compres o infraestructures.
- Els recursos humans, la formació.

4.7 Processos inclosos al sistema de gestió de la qualitat.

En aquest apartat s'haurien d'incloure els processos que formen part del sistema de gestió de la qualitat. Per qüestions d'espai, en aquest exemple s'han tractat només els següents:

- Procés de planificació del disseny de programari
- Procés de disseny de programari
- Procés de planificació de la implementació
- Procés d'implementació de programari
- Procés de planificació de la fase de testeig
- Procés de testeig

4.8 Interacció i seqüència de processos

El manual de qualitat ha d'incloure un apartat a on s'especifiqui la interacció entre els diferents processos i la seqüència en què s'han de realitzar els processos relacionats entre ells.

Al tractar-se d'una empresa de creació de programari de dimensió petita o mitjana, els primers processos sobre els quals s'ha d'aplicar la gestió de la qualitat són els que afecten directament a la creació de programari, enumerats a l'apartat anterior.

L'ordre de realització d'aquests processos és seqüencial. Als procediments associats, una de les condicions per donar per finalitzat el procediment és comptar amb l'aprovació de la direcció.

En finalitzar el procés de testeig, si aquest no és satisfactori, s'ha de tornar al procés d'implementació.

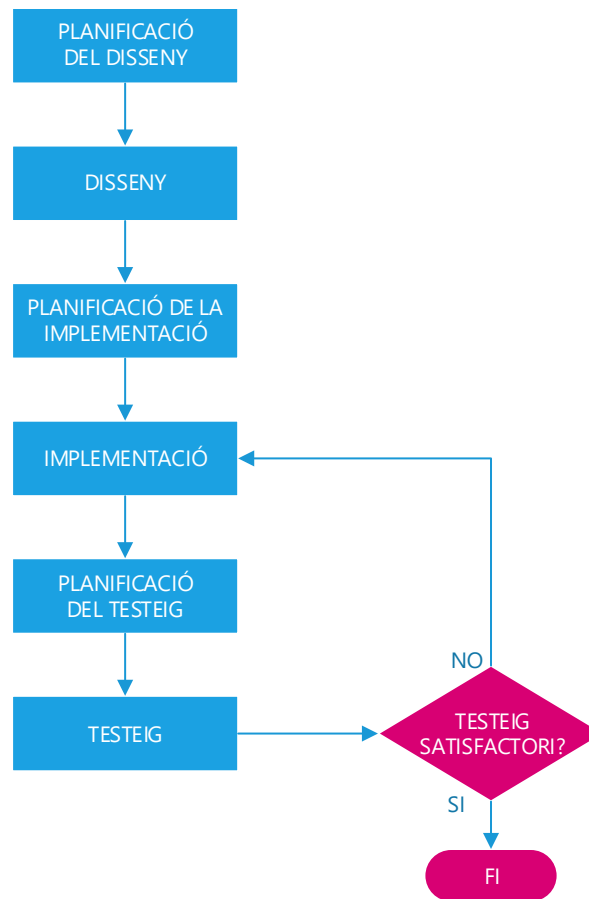


Figura 5

4.9 Registre de revisions del manual de qualitat

Cada cop que es revisa aquest manual s'han d'omplir els apartats corresponents a la taula següent:

Revisió núm.:	Data	Motiu	Observacions	Canvis si/no	Aprovat per:

Taula 4

En cas que, com a conseqüència de la revisió del manual de qualitat fos necessari crear una nova versió del mateix, s'hauria de registrar a la taula de l'apartat següent.

4.10 Registre de versions del manual de qualitat

Versió núm.:	Data	Descripció modificacions	Pàgines afectades	Aprovat per:

Taula 5

5. Manual de procediments

Concreta la forma de dur a terme els procediments especificats al manual de qualitat.

Es tracta d'un document confidencial, que no ha d'estar a l'abast de persones alienes a l'empresa.

Els procediments d'aquest manual són de compliment obligatori. En cas de previsió de no compliment d'algun dels punts, s'ha d'informar el responsable de qualitat designat per l'empresa, i aquest ha de donar la seva aprovació.

A la descripció de cadascun dels procediments es concreten els següents aspectes:

- Responsable del procediment o encarregat de designar-lo.
- Entrada del procediment: elements amb els quals s'ha de comptar abans de començar.
- Sortida del procediment: que hem d'obtenir per donar per finalitzat el procediment.
- Descripció general del procediment
- Procediment a seguir: descripció més detallada de com executar el procediment.

5.1 Procediment de planificació del disseny de programari

Responsable: A designar per la direcció, que també ha de designar la resta de l'equip humà.

Entrada del procediment:

- Designació de responsable i equip humà per part de la direcció.
- Recursos tècnics assignats per la direcció, maquinari, programari i previsió de formació si s'escau.
- Requisits del programari a dissenyar.
- Termini previst per la direcció de realització d'aquesta fase.

Sortida del procediment:

- Document de planificació de la fase de disseny, especificant tasques, calendari de realització, proposta de recursos tècnics, humans, i formació necessària.

- Aprovació per part de la direcció.

Descripció general del procediment: Realitzar la planificació de la fase de disseny d'un programari.

Procediment a seguir:

- Anàlisi de requisits.
- Revisió de l'assignació de recursos humans, tècnics i formació realitzada per la direcció, i proposta de modificacions si s'escau.
- Proposta d'assignació de recursos humans, tècnics i de formació per a la fase següent, la realització del disseny de programari.
- Establiment d'un calendari per a realitzar el disseny, que inclogui un diagrama de Gantt amb la planificació prevista.
- Revisió per l'equip del resultat de la planificació.
- Lliurament de la planificació a la direcció per a la seva aprovació.
- En cas d'aprovació, redacció del document de planificació. En cas de no aprovació, modificació de les parts afectades i nova entrega a la direcció fins a la seva aprovació.

5.2 Procediment de disseny de programari

Responsable: El designat a la fase de planificació del disseny.

Entrada del procediment:

- Document de planificació de la fase de disseny, aprovat per la direcció, i que especifiqui tasques, calendari de realització i proposta de recursos tècnics i humans.
- Requisits del programari a dissenyar.

Sortida del procediment:

- Document d'especificació del programari, que inclogui totes les parts del disseny enumerades a la descripció del procediment.
- Proposta d'equip humà i de recursos tècnics per a la fase de disseny de la implementació del programari. Especificació de possibles necessitats de formació.

- Aprovació per part de la direcció.

Descripció general del procediment:

Realitzar el disseny del programari, respectant la planificació establerta al procediment de planificació del disseny.

Procediment a seguir:

L'etapa de disseny es durà a terme en les fases següents:

- Anàlisi de requisits.
- Revisió de l'assignació de recursos humans, tècnics i propostes de formació previstes a la planificació. Proposta de modificació si s'escau.
- A partir dels requisits previs, obtenció d'un document d'especificació, que ha de definir clarament les funcionalitats requerides pel client. Ha d'estar redactat en llenguatge natural, però ha d'incloure casos d'ús amb precondicions i postcondicions. També ha d'incloure la divisió del sistema en subsistemes, i un diagrama de paquets que especifiqui les relacions entre ells.
- Identificació de classes i objectes.
- Determinació del contingut de les classes i objectes identificades a l'apartat anterior, determinant les seves variables i els seus mètodes.
- Relacions entre classes i objectes, especificant les situacions en què han de col·laborar per a executar els mètodes dels quals són responsables.
- Especificar quines dades han de ser persistents i s'han de desar un cop es tanqui l'aplicació, per estar disponibles en futures execucions.
- Creació del diagrama UML de classes i jerarquies.
- Creació del diagrama UML de col·laboració.
- Creació del diagrama UML de seqüència.
- Creació del diagrama UML de persistència.
- Disseny de la gestió d'excepcions.
- Disseny de la interfície gràfica d'usuari.
- Revisió per l'equip del resultat del disseny.
- Proposta d'equip humà per a la fase de planificació de la implementació.

- Entrega al representant de la direcció per a la seva aprovació.
- En cas d'aprovació, redacció del document final. En cas de no aprovació, modificació de les parts afectades i nova entrega a la direcció fins a la seva aprovació.

5.3 Procediment de planificació de la implementació

Responsable: Es designa a la fase de disseny.

Entrada del procediment:

- Especificacions establertes a la fase de disseny, aprovat per la direcció.
- Designació d'equip humà, formació necessària i recursos tècnics.

Sortida del procediment:

- Document de planificació de la fase d'implementació, especificant tasques, calendari de realització, proposta de recursos tècnics, humans i formació necessària.
- Aprovació per part de la direcció.

Descripció general del procediment:

Planificar la implementació d'un programari, segons les especificacions de la fase de disseny prèvia.

Procediment a seguir:

- Anàlisi de les especificacions resultants de la fase de disseny.
- Revisió de la previsió de recursos humans, tècnics i formació realitzada a la fase de disseny. Proposta de correcció si s'escau.
- Establiment d'un calendari per a realitzar la implementació, que inclogui un diagrama de Gantt amb la planificació prevista.
- Establir la política de testeig a seguir durant la fase d'implementació.
- Proposta d'equip humà, formació i recursos tècnics per a la fase d'implementació.
- Revisió per l'equip dels resultats de la planificació.
- Lliurament a la direcció per a la seva aprovació.

- En cas de no aprovar-se, revisió de la planificació fins a la seva aprovació.

5.4 Procediment d'implementació de programari

Responsable: S'ha d'haver designat a la planificació de la implementació.

Entrada del procediment:

- Document de planificació de la fase d'implementació, especificant tasques, calendari de realització, proposta de recursos tècnics i humans i proposta de formació. Aprovació per part de la direcció.
- Especificacions del programari a implementar resultants de la fase de disseny.

Sortida del procediment:

- Implementació completa del programari.
- Proposta d'equip humà, de recursos tècnics i de necessitat de formació per a la fase de planificació del testeig.
- Aprovació per part de la direcció.

Descripció general del procediment:

Realitzar la implementació del programari, respectant les especificacions del disseny i la planificació prèvia.

Procediment a seguir:

- Revisió de les especificacions resultants de la fase de disseny.
- Revisió de la planificació prèvia.
- Revisió dels recursos humans i tècnics assignats, i de les necessitats de formació proposades, proposant modificacions si s'escau.
- Implementació de la programació genèrica.
- Implementació del tractament de l'herència. Aquesta fase és molt important, ja que determina en gran mesura l'ús que es podrà fer del concepte de reutilització.
- Implementació de la persistència de les dades, que pot necessitar la creació de bases de dades.

- Implementació d'aplicacions remotes, en cas de sistemes distribuïts que necessitin executar-se en diferents equips.
- Proposta d'equip humà per a la fase de disseny del testeig del programari.
- Entrega al representant de la direcció per a la seva aprovació.
- En cas d'aprovació, redacció del document final. En cas de no aprovació, nova entrega a la direcció fins a la seva aprovació.

5.5 Procediment de planificació del testeig

Responsable: Es designa a la fase d'implementació.

Entrada del procediment:

- Resultat de la implementació del programari a testejar, que inclogui les propostes de recursos tècnics, humans i formació necessària per a aquesta fase, aprovat per la direcció.
- Especificació dels requisits de qualitat del programari.

Sortida del procediment:

- Document de planificació de la fase de testeig, especificant tasques i calendari de realització.
- Proposta d'equip humà, recursos tècnics i formació necessària per a la fase següent, la de realització del testeig.
- El procés no finalitza fins a la seva aprovació per part de la direcció.

Descripció general del procediment:

Es realitza la planificació de la fase de testeig d'un programari.

Procediment a seguir:

Es durà a terme en les fases següents:

- Anàlisi de la implementació i la seva documentació.
- Revisió de l'assignació de recursos humans, tècnics i de formació realitzada a la fase d'implementació, i proposta de modificacions.
- Acordar tests a realitzar, en funció de les característiques del programari.

- Designar en quines fases de la implementació del programari es realitzaran les proves.
- Designar l'ordre de les proves. Provar en primer lloc les parts del codi que es considerin més susceptibles d'incorporar errors.
- Esbrinar si és possible automatitzar alguna part de les proves, o utilitzar eines de testeig comercials.
- Establiment d'un calendari per a realitzar el testeig, amb un diagrama de Gantt.
- Revisió per l'equip del resultat de la planificació.
- Proposta d'equip humà per a la fase de realització del testeig.
- Lliurament al representant de la direcció per a la seva aprovació.
- Si la planificació no és aprovada, modificació de la mateixa i lliurament a la direcció per la seva aprovació.

5.6 Procediment de testeig

Responsable: Es designa a la fase de planificació.

Entrada del procediment:

- Planificació del testeig, especificant tasques, calendari, i recursos tècnics, humans i de formació necessaris. Aprovació per la direcció.
- Programari a testejar.
- Especificació dels requisits de qualitat del programari.

Sortida del procediment:

- Document amb els resultats del testeig i interpretació d'aquests resultats.
- El procés finalitza amb l'aprovació per part de la direcció.

Descripció general del procediment:

Realitzar el testeig d'un programari, respectant la planificació establerta a la fase prèvia.

Procediment a seguir:

La realització del testeig es durà a terme en les fases següents:

- Anàlisi general de la implementació realitzada i de la documentació relacionada.
- Proposta de modificacions, si s'escau, de l'assignació de recursos humans, tècnics i de formació realitzada a la fase de planificació.
- Comprovació de la consistència i correcció dels models d'anàlisi i disseny, revisant els diagrames i la documentació de la fase inicial de disseny.
- Realització de les proves d'unitat: centrades en les classes.
- Proves d'integració: analitzen el funcionament conjunt de diferents classes que col·laboren. Segons les característiques del programari a provar, ha de determinar-se la conveniència de realitzar proves basades en fils, en ús o proves interclasse.
- Elaboració de conclusions.
- Entrega al representant de la direcció per a la seva aprovació.
- En cas de ser aprovat, modificar les parts no aprovades.

6. Conclusions

A continuació s'exposen les conclusions resultants de la realització del treball. També s'analitza el resultat de la planificació i metodologia utilitzades, l'assoliment d'objectius, i les línies de futur que obre el treball.

6.1 Descripció de les conclusions del treball.

Quines lliçons s'han après del treball?

Tot i que ja es tenia en compte, la realització del treball ha confirmat que la creació d'un pla de gestió de la qualitat demana una dedicació molt gran, ja que:

- Genera una quantitat de procediments molt important.
- Produeix un volum de documentació considerable, que demana crear nous procediments només dedicats a la gestió d'aquesta documentació.
- Demana estar pendent de forma contínua de tots els processos de l'organització, mesurant-los, analitzant el resultat de les mesures per a comprovar la seva eficàcia, i fins i tot creant nous processos per assegurar la millora contínua dels processos a millorar.
- És necessari formar, en diferents graus, a tota la plantilla de l'empresa.

La càrrega de feina que suposa és immediata, però els beneficis que aporta no són visibles a curt termini, i això dificulta la motivació de direcció i treballadors.

Per tant, com a primera conclusió, en el cas de desenvolupament de programari de mida petita, pot ser que els recursos invertits en la implementació completa d'un pla de gestió de la qualitat no siguin compensats pels beneficis aportats.

La segona conclusió és que per a la creació d'un pla de gestió de la qualitat en una empresa petita o mitjana és molt recomanable comptar amb assessorament professional experimentat. Per què la relació entre beneficis i cost en recursos destinats sigui positiva, és imprescindible que el pla de qualitat centri l'atenció en els aspectes que realment aportaran un benefici a l'empresa, i redueixi o ignori aquells que no ho faran. L'assessorament experimentat augmenta les possibilitats que això es compleixi.

La tercera conclusió és que la normalització oficial existent respecte a la gestió de la qualitat pot resultar massa exigent amb les empreses petites. Això dificulta el seu seguiment, i per tant dificulta que aquestes empreses optin a la certificació.

6.2 Reflexió crítica sobre l'assoliment dels objectius.

Hem assolit tots els objectius?

Els objectius plantejats a l'inici del treball s'han complert. El capítol 2 s'ajusta a l'objectiu de realitzar una introducció a la normalització i a les entitats responsables en aquest camp.

Els capítols 3,4 i 5 compleixen l'objectiu de crear un document que estableixi un model per a la creació d'un pla de gestió de la qualitat en un projecte de creació de software de volum petit o mitjà.

També s'han complert l'objectiu de crear uns exemples bàsics de manual de qualitat i manual de procediments.

6.3 Anàlisi crítica del seguiment de la planificació i metodologia.

S'ha seguit la planificació?

La planificació realitzada inicialment considerava la manca de coneixements previs sobre el tema del projecte, i també la inexperiència en planificació de projectes de l'autor del treball. Per tant no era molt detallada, ja que preveia la necessitat de haver de ser modificada.

El fet de no ser molt detallada ha facilitat que la planificació s'hagi pogut seguir pràcticament durant tot el treball. L'aspecte més crític ha estat l'assignació d'hores a cadascuna de les tasques. En general es pot dir que es van dedicar

massa hores a la realització del capítol 2, i era més realista assignar més hores pels capítols 3,4 i 5.

La metodologia prevista ha estat prou adequada?

La metodologia utilitzada és podia haver millorat fent-la més detallada, però es pot dir que ha estat adequada, ja que s'han confirmat els supòsits que la justificaven a l'inici del treball.

Ha calgut introduir canvis per garantir l'èxit del treball? Per què?

La planificació del treball va ser modificada a la fase inicial del projecte, ja que es van produir canvis no previstos a les circumstàncies personals de l'autor, que no van permetre dedicar l'esforç necessari al treball durant les primeres setmanes. No ha calgut introduir canvis a la metodologia.

6.4 Línies de treball futur que han quedat pendents.

El límit de pàgines establert per aquest treball ha fet que l'exemple de pla de qualitat no pogués ser molt detallat, i també que no permetés incloure tots els aspectes de l'activitat de l'empresa que s'hauria desitjat, com per exemple:

- Les entrevistes amb el client per definir els requisits del programari. Crear un format amb documentació estàndard per als encàrrecs de projectes.
- Definició detallada del format de documentació i registres.
- A banda de la direcció, les responsabilitats i implicació de la resta de treballadors. Pla de formació.
- El seguiment del nivell d'habilitats i formació dels treballadors.
- La gestió dels recursos materials, les infraestructures, les instal·lacions de l'empresa i les compres.
- Aprofundir en l'enfocament a la satisfacció del client.
- Ampliació de l'estudi de les mètriques de control de qualitat.
- Els processos relacionats amb el manteniment i operació del programari.

7. Glossari

Qualitat: grau en el qual un conjunt de característiques inherents compleix uns requisits.

Norma: document d'especificacions tècniques que garanteix uns nivells de qualitat i seguretat, constituint una important font d'informació per als professionals de qualsevol activitat econòmica.

Normativa: norma.

Normalització: activitat que té com a objectiu l'elaboració de les normes.

Certificació de normatives: manifestació del compliment dels requisits d'unes normes o especificacions tècniques determinades.

Certificació acreditada: certificació realitzada per una entitat acreditada oficialment per aquesta funció.

Gestió de la qualitat: conjunt d'activitats que es coordinen per a controlar i dirigir una organització, pel que fa a la qualitat.

Manual de qualitat: Document que especifica la política de qualitat d'una organització.

Manual de procediments: Descriu els procediments relacionats amb el pla de gestió de la qualitat de l'organització.

Pla de gestió de la qualitat: especificació de la gestió de la qualitat per a una organització determinada.

Procés: conjunt d'activitats que transforma uns elements d'entrada en uns resultats determinats.

Procediment: forma concreta de realitzar un procés o una activitat determinada.

AENOR: Associació Espanyola de Normalització i Certificació.

ENAC: Entitat Nacional d'Acreditació.

UNE: Una Norma Espanyola.

EN: Normes Europees.

ISO: Organització Internacional per l'Estandardització.

CEN: Comitè Europeu de Normalització.

CENELEC: Comitè Europeu per l'Estandardització Electrotècnica.

ETSI: Institut Europeu de Normes de Telecomunicacions.

IEC: Comissió Electrotècnica Internacional.

IFPUG: Grup Internacional d'Usuaris de Punts Funció.

8. Bibliografia

AENOR, Comité AEN/CTN 71. (2000). UNE 71046:2000. Tecnología de la información. Paquetes de software. Requisitos de calidad y pruebas. Edició 27/3/2000. Madrid:AENOR.

AENOR, Comité AEN/CTN 66. (2015). UNE-EN ISO 9000:2015 Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario. (ISO 9000:2015). Edició 23/9/2015. Madrid:AENOR.

AENOR, Comité AEN/CTN 66. (2015) UNE-EN ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2015). Edició 23/9/2015 Madrid:AENOR.

AENOR, Comité AEN/CTN 71. (2005). UNE-ISO/IEC 90003:2005. Ingeniería del software. Guía de aplicación de la ISO 9001:2000 al software. Edició 27/7/2005. Madrid:AENOR.

AENOR, Comité AEN/CTN 71. (2004). UNE-ISO/IEC 9126-1:2004. Ingeniería del software. Calidad del producto software. Parte 1: Modelo de calidad. Edició 10/12/2004. Madrid:AENOR.

Martin, J. (1984). An Information System Manifesto. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Lorenz, M., Kidd, J. (1994). Object Oriented Software Metrics. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Garcia Sanchez, A. M. (2010). Evaluación de mètricas de calidad del software sobre un programa Java. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Xhafa, F. Tècniques de desenvolupament de programari, Mòdul 4: Tècniques de Testing per a programari orientat a objectes. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Xhafa, F. Tècniques de desenvolupament de programari, Mòdul 5: Qualitat del programari orientat a objectes. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

www.aenor.es Asociación Española de Normalización y Certificación (març-juny 2016).

www.enac.es Entidad Nacional de Acreditación (març-abril 2016).

www.aec.es Asociación Española para la Calidad (abril 2016).

www.iso.org International Organization for Standardization (març-abril 2016).

www.asesordecualidad.blogspot.com (març-juny 2016).