



TEMA 3. Aseguramiento de la Calidad del Software (ACS)

Calidad del Software

Dr. José Luis Abellán Miguel

Grado en Ingeniería Informática

Índice

- ❑ El concepto de ACS
- ❑ Elementos del ACS
- ❑ Tareas, metas y métricas del ACS
- ❑ El ACS Estadístico
- ❑ Confiabilidad del SW
- ❑ Las Normas de Calidad ISO 9000
- ❑ El Plan de ACS

Bibliografía

- ❑ Pressman, R. ***Ingeniería del Software: Un enfoque práctico***. 7ª edición. Madrid: McGraw Hill, 2010.
ISBN: 9701054733 (disponible en la biblioteca UCAM) → **Capítulo 16**

El Concepto de ACS

- ❑ Administración y actividades específicas del proceso de SW (actividad sombrilla) para garantizar:
 - Software de alta calidad y a tiempo
- ❑ Incluye:
 - **Proceso**: conjunto de actividades para llegar al objetivo
 - **Tareas** específicas de aseguramiento y control de calidad
 - Revisiones técnicas
 - Estrategia de pruebas
 - **Métodos y herramientas** de ISW
 - **Control** de todos los productos del trabajo de SW y sus cambios
 - **Procedimiento** para garantizar el cumplimiento de los estándares del desarrollo de SW
 - **Mecanismos de medición y reporte**

Introducción al ACS (1/2)

□ ¿Cuáles son las etapas?

1. Definirse calidad del SW en varios niveles de abstracción
2. Identificar un conjunto de actividades de ACS que filtren los errores antes de que se conviertan en defectos
3. Desarrollarse el control de calidad y las actividades
4. Usarse métricas para desarrollar estrategias a fin de mejorar el proceso de SW

Introducción al ACS (2/2)

❑ ¿Cuál es el producto final?

- Plan de Aseguramiento de la Calidad del SW → estrategia de ACS para el equipo de SW (ingenieros de SW y grupo de ACS)
- Durante modelado y codificación: salida de las revisiones técnicas
- Durante las pruebas: planes y procedimientos de prueba
- Otros productos del trabajo asociados con el proceso de mejora

❑ ¿Cómo me aseguro de que lo hice bien?

- Encontrar los errores antes de que sean defectos
 - Mejorar la eficiencia en la eliminación de defectos

Elementos/Actividades del ACS (1/4)

- ❑ **Estándares**: IEEE, ISO. Una organización de SW los adopta voluntariamente o los impone el cliente.
 - El ACS se encarga de asegurar que los estándares se sigan para todos los productos del trabajo
- ❑ **Revisiones y auditorías**: revisiones técnicas sirven para detectar errores.
 - Auditoría son un tipo de examen crítico y sistemático efectuada por personal de ACS para que se sigan las buenas prácticas en el proceso de revisión técnica del SW
- ❑ **Pruebas**: función del control de calidad para detectar errores.
 - El ACS garantiza que las pruebas se planifican de manera adecuada y que se realicen con eficiencia

Elementos/Actividades del ACS (2/4)

- ❑ **Colección y análisis de errores**: para mejorar hay que medir cómo se está haciendo algo
 - El ACS reúne y analiza errores y datos acerca de los defectos para entender mejor cómo se cometen errores y qué actividades de ISW son más adecuadas para eliminarlos
- ❑ **Administración del cambio**: el SW puede cambiar
 - El ACS asegura que se hayan seguido prácticas adecuadas para la administración del cambio
- ❑ **Educación**: la formación de los ingenieros de SW, sus gerentes y otros participantes mejora las prácticas de ISW
 - El ACS lleva el liderazgo en la formación y ha de proponer y patrocinar programas educativos

Elementos/Actividades del ACS (3/4)

❑ Administración de los proveedores: tipo externo de SW

- Paquetes en una caja (Office de Microsoft)
- Shell personalizado: esqueleto de SW que se puede configurar y adaptar a las necesidades del comprador
- Software contratado: diseña y construye *ad hoc* a partir de las especificaciones cliente

El ACS garantiza que el proveedor nos proporcione SW de alta calidad y se establezcan cláusulas de calidad en el contrato con el proveedor

❑ Administración de la seguridad: delitos cibernéticos, privacidad, cortafuegos en *webapps*, etc.

- El ACS garantiza que para lograr seguridad del SW se utilicen el proceso y la tecnología apropiados

Elementos/Actividades del ACS (4/4)

- ❑ **Seguridad**: la consecuencia de defectos ocultos en SW crítico (aplicaciones automotrices o aeronáuticas) puede ser catastrófico
 - El ACS evalúa el efecto de los defectos de SW e indica los pasos requeridos para disminuir el riesgo
- ❑ **Administración de riesgos**: análisis y mitigación de riesgos es responsabilidad de los ingenieros de SW
 - El ACS garantiza que las administraciones de riesgos se efectúen de manera adecuada y que se diseñen planes de contingencia adecuados

Tareas, Metas y Métricas del ACS (1/3)

□ El ACS se compone de varias tareas asociadas con:

- **Los Ingenieros de SW**: hacen el trabajo técnico
 - Aplican métodos y medidas técnicas de ISW
 - Realizan revisiones técnicas
 - Realizan pruebas de SW bien planeadas
- **El grupo de ACS**: auxilia al equipo de Ingenieros de SW para lograr un producto de SW de alta calidad
 - Planea, supervisa, registra, analiza y hace informes acerca de la calidad del SW

Tareas, Metas y Métricas del ACS (2/3)

Tareas del grupo de ACS (1/3)

- ❑ Prepara el **plan de ACS** para un proyecto:
 - Es revisado por todos los participantes (grupo de ACS e Ingenieros de SW)
 - Identifica las evaluaciones, auditorías, revisiones, estándares aplicables, procedimientos para informar y dar seguimiento a los errores, los productos de trabajo que genera el grupo de ACS y la retroalimentación que se dará al equipo de SW
- ❑ Participa en el desarrollo de la descripción del SW del proyecto
 - El grupo de ACS revisa el proceso para el trabajo que realizarán los ISW en un producto de SW determinado
 - ¿El proceso cumple con la política organizacional, los estándares internos de SW, los estándares impuestos desde el exterior (e.g., norma ISO-9001) y otras partes del plan de ACS?

Tareas, Metas y Métricas del ACS (2/3)

Tareas del grupo de ACS (2/3)

- ❑ Revisa las actividades de la Ingeniería del SW a fin de verificar el cumplimiento mediante el proceso definido para el SW
 - El grupo de ACS identifica, documenta y da seguimiento a las desviaciones del proceso y verifica que se hayan hecho las correcciones pertinentes
- ❑ Audita los productos del trabajo de SW designados para verificar que se cumpla con aquellos definidos como parte del proceso de SW
 - El grupo de ACS identifica, documenta y da seguimiento a las desviaciones del proceso y verifica que se hayan hecho las correcciones pertinentes + reporta periódicamente los resultados al gerente del proyecto

Tareas, Metas y Métricas del ACS (2/3)

Tareas del grupo de ACS (3/3)

- ☐ Asegura que las desviaciones en el trabajo de SW y sus productos se documenten y manejen de acuerdo con un procedimiento documentado
- ☐ Registra toda falta de cumplimiento y lo informa a la alta dirección del proyecto
 - Se da seguimiento a los incumplimientos hasta que son resueltos
- ☐ Coordina el control y administración del cambio
- ☐ Ayuda a recabar y analizar métricas para el SW

Tareas, Metas y Métricas del ACS (3/3)

Metas, atributos y métricas (1/4) → METAS:

☐ Calidad de los requerimientos

- Corrección, completitud y consistencia del modelo de requerimientos tendrá una gran influencia en la calidad de todos los productos del trabajo que sigan
 - El ACS debe garantizar que el equipo de SW han revisado exhaustivamente el modelo de requerimientos

☐ Calidad del diseño

- Todo elemento del modelo del diseño debe ser evaluado por el equipo de SW para asegurar que tenga alta calidad y que el diseño se apegue al modelo de requerimientos
 - El ACS busca atributos de diseño que sean indicadores de calidad

Tareas, Metas y Métricas del ACS (3/3)

Metas, atributos y métricas (2/4) → METAS:

☐ Calidad del código

- El ACS identificará aquellos atributos que permitan hacer un análisis de la calidad del código

☐ Eficacia del control de calidad

- Un equipo de SW debe aplicar recursos limitados
 - El ACS analiza la asignación de recursos para las revisiones y las pruebas a fin de evaluar si se asignan eficazmente

Tareas, Metas y Métricas del ACS (3/3)

Metas, atributos y métricas (3/4)

Meta	Atributo	Métrica
Calidad de los requerimientos	Ambigüedad	Número de modificadores ambiguos (por ejemplo, muchos, grande, amigable, etc.)
	Compleitud	Número de TBA y TBD
	Comprensibilidad	Número de secciones y subsecciones
	Volatilidad	Número de cambios por requerimiento
		Tiempo (por actividad) cuando se solicita un cambio
	Trazabilidad	Número de requerimientos no trazables hasta el diseño o código
	Claridad del modelo	Número de modelos UML
		Número de páginas descriptivas por modelo
		Número de errores de UML
Calidad del diseño	Integridad arquitectónica	Existencia del modelo arquitectónico
	Compleitud de componentes	Número de componentes que se siguen hasta el modelo arquitectónico
		Complejidad del diseño del procedimiento
	Complejidad de la interfaz	Número promedio de pasos para llegar a una función o contenido normal
		Distribución apropiada
	Patrones	Número de patrones utilizados

Tareas, Metas y Métricas del ACS (3/3)

Metas, atributos y métricas (4/4)

Meta	Atributo	Métrica
Calidad del código	Complejidad	Complejidad ciclomática
	Facilidad de mantenimiento	Factores de diseño (capítulo 8)
	Comprensibilidad	Porcentaje de comentarios internos
		Convenciones variables de nomenclatura
	Reusabilidad	Porcentaje de componentes reutilizados
	Documentación	Índice de legibilidad
Eficacia del control de calidad	Asignación de recursos	Porcentaje de personal por hora y por actividad
	Tasa de finalización	Tiempo de terminación real versus lo planeado
	Eficacia de la revisión	Ver medición de la revisión (capítulo 14)
	Eficacia de las pruebas	Número de errores de importancia crítica encontrados
		Esfuerzo requerido para corregir un error
		Origen del error

El ACS Estadístico (1/5)

□ Pasos para efectuar el ACS estadístico

- Recabar y clasificar información acerca de errores y defectos de SW
- Rastrear cada error y defecto hasta sus primeras causas
- Utilizar el Principio de Pareto (80% de los defectos se debe al 20% de todas las causas posibles) para sólo centrarnos en identificar el 20% de las causas (*causas vitales*)
- Analizar y corregir problemas debidos a las *causas vitales*

El ACS Estadístico (2/5)

- ★ Ejercicio: Los ingenieros de SW recaban información sobre errores y defectos cometidos durante un año. Todos pueden rastrearse hasta una (o más) causas entre las siguientes:
 - Especificaciones erróneas o incompletas (IES)
 - Mala interpretación de la comunicación con el cliente (MCC)
 - Desviación intencional de las especificaciones (IDS)
 - Violación de estándares de programación (VPS)
 - Error en la representación de los datos (EDR)
 - Interfaz componente inconsistente (ICI)
 - Error en el diseño (EDL)
 - Pruebas incompletas o erróneas (IET)
 - Documentación inexacta o incompleta (IID)
 - Error en la traducción del lenguaje de programación del diseño (PLT)
 - Interfaz humano/computadora ambigua o inconsistente (HCI)
 - Varios (MIS)

El ACS Estadístico (3/5)

Error	Total		Serio		Moderado		Menor	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
IES	205	22%	34	27%	68	18%	103	24%
MCC	156	17%	12	9%	68	18%	76	17%
IDS	48	5%	1	1%	24	6%	23	5%
VPS	25	3%	0	0%	15	4%	10	2%
EDR	130	14%	26	20%	68	18%	36	8%
ICI	58	6%	9	7%	18	5%	31	7%
EDL	45	5%	14	11%	12	3%	19	4%
IET	95	10%	12	9%	35	9%	48	11%
IID	36	4%	2	2%	20	5%	14	3%
PLT	60	6%	15	12%	19	5%	26	6%
HCI	28	3%	3	2%	17	4%	8	2%
<u>MIS</u>	<u>56</u>	<u>6%</u>	<u>0</u>	<u>0%</u>	<u>15</u>	<u>4%</u>	<u>41</u>	<u>9%</u>
Totales	942	100%	128	100%	379	100%	435	100%

❑ ¿Qué errores conformarán el grupo de *causas vitales*?

El ACS Estadístico (3/5)

Error	Total		Serio		Moderado		Menor	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
IES	205	22%	34	27%	68	18%	103	24%
MCC	156	17%	12	9%	68	18%	76	17%
IDS	48	5%	1	1%	24	6%	23	5%
VPS	25	3%	0	0%	15	4%	10	2%
EDR	130	14%	26	20%	68	18%	36	8%
ICI	58	6%	9	7%	18	5%	31	7%
EDL	45	5%	14	11%	12	3%	19	4%
IET	95	10%	12	9%	35	9%	48	11%
IID	36	4%	2	2%	20	5%	14	3%
PLT	60	6%	15	12%	19	5%	26	6%
HCI	28	3%	3	2%	17	4%	8	2%
<u>MIS</u>	<u>56</u>	<u>6%</u>	<u>0</u>	<u>0%</u>	<u>15</u>	<u>4%</u>	<u>41</u>	<u>9%</u>
Totales	942	100%	128	100%	379	100%	435	100%

- ❑ Ppio de Pareto: de 12 causas de error, el 20% de éstas conforman el 80% de todos los errores → 3 causas obtendrían un % muy alto.
- a) IES (22%) + MCC (17%) + EDR (14%) = 53% de todos los errores
- b) IES (27%) + EDR (20%) + PLT (12%) + EDL (11%) = 70% de todos los errores serios

El ACS Estadístico (4/5)

- ❑ Corrección de las *causas vitales*:
 - Para corregir los IES (especificaciones erróneas o incompletas)
 - Analizar los documentos de especificaciones
 - Para corregir los MCC (mala interpretación de la comunicación con el cliente)
 - Revisar e implementar técnicas de ingeniería de requisitos
 - Para mejorar los EDR (error en la representación de los datos)
 - Analizar la representación de los datos y determinar si es un problema lógico (cálculos erróneos) o de diseño (mala representación de los datos)
 - ...
- ❑ Una vez corregidos los errores centrándose en las *causas vitales*, nuevas candidatas surgirán y se irá repitiendo el proceso

El ACS Estadístico (5/5): Estrategia *Seis Sigma*

- ❑ Motorola en la década de los 80: “*metodología rigurosa y disciplinada que usa datos y análisis estadísticos para medir y mejorar el desempeño operativo de una compañía identificando y eliminando defectos en procesos de manufactura y servicios*”
- ❑ Etapas fundamentales:
 - Definir los requerimientos del cliente y los que se le entregan, así como las metas del proyecto a través de métodos bien definidos de comunicación con el cliente.
 - Medir el proceso existente y su resultado para determinar el desempeño actual de la calidad (recabar métricas para los defectos).
 - Analizar las métricas de los defectos y determinar las *causas vitales*.

Confiabilidad del SW (1/3)

- ❑ Si un programa falla repetida y frecuentemente en su desempeño, importa poco si otros factores de la calidad del software son aceptables
- ❑ Este factor de calidad se mide y estima directamente mediante el uso de datos históricos del desarrollo.
 - La probabilidad que tiene un programa de cómputo de operar sin fallos en un ambiente específico por un tiempo específico
 - E.g., Si **confiabilidad = 0.999** → 1000 ejecuciones: 999 OK!
- ❑ Consecuencias de los fallos:
 - La falta de conformidad con los requerimientos del software pueden ser leves o catastróficas
 - Puede introducir otros errores que a su vez originen otros fallos

Confiabilidad del SW (2/3)

Mediciones (1/2)

- ❑ Todas los fallos del software pueden rastrearse en problemas de diseño o de implementación; el uso no influye (diferente al HW)
- ❑ Medida sencilla de confiabilidad:
 - El tiempo medio entre fallas (TMEF):
 - $\text{TMEF} = \text{Tiempo medio para el fallo (TMPF)} + \text{el tiempo medio para la reparación (TMPR)}$; **$\text{TMEF} = \text{TMPF} + \text{TMPR}$**

Confiabilidad del SW (3/3)

- ❑ ¿Es el número total de defectos un buen indicador de la confiabilidad del sistema SW?

Confiabilidad del SW (3/3)

- ❑ ¿Es el número total de defectos un buen indicador de la confiabilidad del sistema SW?
 - Cada defecto tiene una tasa de fallos distinta
 - Ejemplo:
 - Programa operativo durante 3000 horas sin fallos
 - Muchos defectos estarían sin detectar durante miles de horas antes de ser descubiertos (un TMEF de varias decenas de miles de horas)
- Solucionar errores con un TMEF largo tendría un impacto despreciable

Confiabilidad del SW (3/3)

Mediciones (2/2)

❑ Otras medidas alternativas al TMEF

- Fallas en el tiempo (FET): medición estadística de cuántos fallos tendrá un componente en 1×10^9 horas de operación
 - $1\text{FET} = 1 \text{ fallo} / 1 \times 10^9 \text{ horas}$

❑ Medida de disponibilidad

- Probabilidad del SW a que opere correctamente en un momento determinado de tiempo

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TMPF}}{\text{TMPF} + \text{TMPR}} \times 100\%$$

Las Normas de Calidad ISO 9000 (1/3)

- ❑ Describe en términos generales los elementos de aseguramiento de la calidad que se aplican a cualquier negocio, sin importar los productos o servicios ofrecidos
- ❑ Una empresa obtenga la certificación de calidad ISO 9000
 - Auditores externos revisan en detalle el sistema y las operaciones de calidad de una compañía, respecto del cumplimiento del estándar y de la operación eficaz
 - Los auditores pueden repetir la auditoría con periodicidad de 6 meses

Las Normas de Calidad ISO 9000 (2/3)

La norma ISO 9001:2000

Establecer los elementos de un sistema de administración de la calidad.

Desarrollar, implementar y mejorar el sistema.

Definir una política que ponga el énfasis en la importancia del sistema.

Documentar el sistema de calidad.

Describir el proceso.

Producir un manual de operación.

Desarrollar métodos para controlar (actualizar) documentos.

Establecer métodos de registro.

Apoyar el control y aseguramiento de la calidad.

Promover la importancia de la calidad entre todos los participantes.

Centrarse en la satisfacción del cliente.

Las Normas de Calidad ISO 9000 (3/3)

La norma ISO 9001:2000

- Definir un plan de calidad que se aboque a los objetivos, responsabilidades y autoridad.
- Definir mecanismos de comunicación entre los participantes.
- Establecer mecanismos de revisión para el sistema de administración de la calidad.
- Identificar métodos de revisión y mecanismos de retroalimentación.
- Definir procedimientos para dar seguimiento.
- Identificar recursos para la calidad, incluidos personal, capacitación y elementos de la infraestructura.
- Establecer mecanismos de control.
- Para la planeación
- Para los requerimientos del cliente
- Para las actividades técnicas (tales como análisis, diseño y pruebas)
- Para la vigilancia y administración del proyecto
- Definir métodos de corrección.
- Evaluar datos y métricas de la calidad.
- Definir el enfoque para la mejora continua del proceso y la calidad.

El Plan de ACS

- ❑ Mapa de ruta para aplicar las actividades el ACS
- ❑ Desarrollado por el grupo de ACS (o por el equipo de SW si no existe)
- ❑ Estructura del plan de ACS (IEEE'93):
 - Propósito y alcance del plan
 - Descripción de todos los productos del trabajo de ingeniería de software (tales como modelos, documentos, código fuente, etc.) que se ubiquen dentro del ámbito del ACS
 - Todas las normas y prácticas aplicables que se utilicen durante el proceso del software.
 - Acciones y tareas del ACS (incluidas revisiones y auditorías) y su ubicación en el proceso del software.
 - Herramientas y métodos que den apoyo a las acciones y tareas de ACS
 - Procedimientos para la administración de la configuración del software
 - Métodos para unificar y mantener todos los registros relacionados con el ACS
 - Roles y responsabilidades relacionados con la calidad del producto