

GUÍA DE GESTIÓN TÉCNICA DE LA ADQUISICIÓN

Laboratorio Nacional de Calidad del
Software

El **Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación, S.A. (INTECO)**, es una sociedad estatal adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información.

INTECO tiene la vocación de ser un centro de desarrollo de carácter innovador y de interés público a nivel nacional que constituye una iniciativa enriquecedora y difusora de las nuevas tecnologías en España en clara sintonía con Europa.

Su objetivo fundamental es servir como instrumento para desarrollar la Sociedad de la Información, con actividades propias en el ámbito de la innovación y el desarrollo de proyectos asociados a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), basándose en tres pilares fundamentales: la investigación aplicada, la prestación de servicios y la formación.

La misión de INTECO es aportar valor e innovación a los ciudadanos, a las PYMES, a las Administraciones Públicas y al sector de las tecnologías de la información, a través del desarrollo de proyectos que contribuyan a reforzar la confianza en los servicios de la Sociedad de la Información en nuestro país, promoviendo además una línea de participación internacional.

Para ello, INTECO desarrolla actuaciones en las siguientes líneas:

Seguridad Tecnológica: INTECO está comprometido con la promoción de servicios de la Sociedad de la Información cada vez más seguros, que protejan los datos personales de los interesados, su intimidad, la integridad de su información y eviten ataques que pongan en riesgo los servicios prestados. Y por supuesto que garanticen un cumplimiento estricto de la normativa legal en materia de TIC. Para ello coordina distintas iniciativas públicas en torno a la seguridad de las TIC, que se materializan en la prestación de servicios por parte del Observatorio de la Seguridad de la Información, el Centro Demostrador de Tecnologías de Seguridad, el Centro de Respuesta a Incidentes de Seguridad en Tecnologías de la Información (INTECO-CERT) y la Oficina de Seguridad del Internauta (OSI), de los que se benefician ciudadanos, PYMES, Administraciones Públicas y el sector tecnológico.

Accesibilidad: INTECO promueve servicios de la Sociedad de la Información más accesibles, que supriman las barreras de exclusión, cualquiera que sea la dificultad o carencia técnica, formativa, etc., incluso discapacidad, que tengan sus usuarios. Y que faciliten la integración progresiva de todos los colectivos de usuarios, de modo que todos ellos puedan beneficiarse de las oportunidades que ofrece la Sociedad de la Información. Asimismo desarrolla proyectos en el ámbito de la accesibilidad orientados a garantizar el derecho de ciudadanos y empresas a relacionarse electrónicamente con las AA.PP.

Calidad TIC. INTECO promueve unos servicios de la Sociedad de la Información que cada vez sean de mayor calidad, que garanticen unos adecuados niveles de servicio, lo cual se traduce en una mayor robustez de aplicaciones y sistemas, un compromiso en la disponibilidad y los tiempos de respuesta, un adecuado soporte para los usuarios, una información precisa y clara sobre la evolución de las funcionalidades de los servicios, y en

resumen, servicios cada vez mejores. En esta línea impulsa la competitividad de la industria del Software a través de la promoción de la mejora de la calidad y la certificación de las empresas y profesionales de la ingeniería del software.

Formación: la formación es un factor determinante para la atracción de talento y para la mejora de la competitividad de las empresas. Por ello, INTECO impulsa la formación de universitarios y profesionales en las tecnologías más demandadas por la industria.

NOTA DE EDICIÓN

Esta guía ha sido desarrollada por el Laboratorio Nacional de Calidad del Software de INTECO. Esta primera versión ha sido editada en Noviembre del 2009.

Copyright © 2009 Instituto Nacional de Tecnologías de la comunicación (INTECO)



El presente documento está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Compartir Igual versión 2.5 España.

Usted es libre de:

- copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Compartir bajo la misma licencia.** Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.

Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor

Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.

Esto es un resumen legible por humanos del texto legal (la licencia completa) disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/es/>

El presente documento cumple con las condiciones de accesibilidad del formato PDF (Portable Document Format).

Se trata de un documento estructurado y etiquetado, provisto de alternativas a todo elemento no textual, marcado de idioma y orden de lectura adecuado.

Para ampliar información sobre la construcción de documentos PDF accesibles puede consultar la guía disponible en la sección [Accesibilidad > Formación > Manuales y Guías](#) de la página <http://www.inteco.es>.

AVISO LEGAL

- CMMI® es una marca registrada en la Oficina de Marcas y Patentes de EEUU por la Universidad Carnegie Mellon.

Todas las demás marcas registradas que se mencionan, usan o citan en la presente guía son propiedad de los respectivos titulares.

INTECO cita estas marcas porque se consideran referentes en los temas que se tratan, buscando únicamente fines puramente divulgativos. En ningún momento INTECO busca con su mención el uso interesado de estas marcas ni manifestar cualquier participación y/o autoría de las mismas.

Nada de lo contenido en este documento debe ser entendido como concesión, por implicación o de otra forma, y cualquier licencia o derecho para las Marcas Registradas deben tener una autorización escrita de los terceros propietarios de la marca.

Por otro lado, INTECO renuncia expresamente a asumir cualquier responsabilidad relacionada con la publicación de las Marcas Registradas en este documento en cuanto al uso de ninguna en particular y se eximen de la responsabilidad de la utilización de dichas Marcas por terceros.

El carácter de todas las guías editadas por INTECO es únicamente formativo, buscando en todo momento facilitar a los lectores la comprensión, adaptación y divulgación de las disciplinas, metodologías, estándares y normas presentes en el ámbito de la calidad del software.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	GESTIÓN TÉCNICA DE LA ADQUISICIÓN EN CMMI®	10
2.1.	Metas y prácticas específicas	10
2.2.	Áreas de proceso relacionadas	11
2.3.	Gestión técnica de la adquisición dentro de la gestión de adquisiciones	11
3.	EVALUAR SOLUCIONES TÉCNICAS	12
3.1.	¿Qué se entiende por solución técnica?	12
3.2.	Revisiones	13
3.2.1.	¿Qué son y para qué se realizan?	13
3.2.2.	Roles y responsabilidades	14
3.2.3.	Tipos de revisiones	16
3.2.4.	Beneficios de las revisiones	29
3.2.5.	Revisiones a llevar a cabo dentro del ciclo de adquisición	31
3.3.	Pasos a seguir para revisar soluciones técnicas	42
3.3.1.	Determinar el esfuerzo de revisión requerido	42
3.3.2.	Seleccionar las soluciones técnicas para revisar	42
3.3.3.	Realizar revisiones	44
3.3.4.	Recomendaciones y factores de éxito	50
4.	GESTIONAR INTERFACES	54
4.1.	¿Qué se entiende por interfaces?	54
4.2.	Pasos a seguir para gestionar interfaces	55
4.2.1.	Seleccionar interfaces a gestionar	55
4.2.2.	Gestionar interfaces seleccionadas	55
4.2.3.	Recomendaciones y factores de éxito	57
4.2.4.	Técnicas y herramientas	57
5.	GLOSARIO	60
6.	ACRÓNIMOS	64
7.	REFERENCIAS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gestión técnica dentro de la Gestión de Adquisiciones	11
Figura 2. Proceso de revisiones de gestión	20
Figura 3. Proceso de revisiones técnicas	21
Figura 4. Proceso de inspección	22
Figura 5. Proceso de walk-through	25
Figura 6. Proceso de auditoría	26
Figura 7. Revisiones típicas	33
Figura 8. Fases de una revisión formal.....	44
Figura 9. Actividades de la fase de planificación de una revisión	46
Figura 10. Ejemplo de interfaces de un sistema	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa características revisiones formales y revisiones informales	17
Tabla 2. Comparativa del objetivo y forma de toma de decisiones por tipo de revisión	19
Tabla 3. Relación entre tipos de revisiones y productos objeto de revisión	27
Tabla 4. Revisiones recomendadas y tipo de revisiones según estándar IEEE	40
Tabla 5. Ejemplo de lista de comprobación para una inspección.....	50

1. INTRODUCCIÓN

Esta guía de Gestión Técnica de la Adquisición tiene como objetivo acercar al lector el área de proceso de CMMI® del mismo nombre y servir de apoyo a la implementación de dicha área de proceso, sus metas y prácticas.

La primera parte de la guía se ocupa de contextualizar la gestión técnica dentro de CMMI® y de la gestión de adquisiciones en CMMI®, describiendo su propósito y áreas de proceso relacionadas.

Las partes segunda y tercera se centran en las metas y prácticas específicas de esta área, para tratar de facilitar su comprensión y puesta en práctica, adentrándose especialmente en las revisiones como herramienta o instrumento básico de la gestión técnica.

2. GESTIÓN TÉCNICA DE LA ADQUISICIÓN EN CMMI®

El propósito de la gestión técnica de la adquisición (ATM) es evaluar la solución técnica del proveedor y gestionar las interfaces seleccionadas de dicha solución.

El proceso de gestión técnica de la adquisición se centra en los siguientes aspectos:

- Llevar a cabo revisiones técnicas de la solución técnica del proveedor.
- Analizar el desarrollo e implementación de la solución técnica del proveedor para confirmar que se satisfacen los criterios establecidos para el progreso y avance técnico, así como los requisitos contractuales.
- Gestionar las interfaces seleccionadas, entendiendo por interfaces aquellos vínculos o conexiones del sistema con otros sistemas, personas, procesos o componentes del propio sistema con los que interactúa.

Las actividades de gestión técnica de la adquisición conllevan la medición del progreso técnico y de la efectividad de los planes y requisitos, incluyendo aquellas actividades asociadas con la evaluación del rendimiento técnico y la realización de revisiones técnicas. Un proceso de revisión estructurado debería demostrar y confirmar la completitud de los objetivos requeridos, así como de los criterios de salida tal cual están recogidos en el plan de proyecto y planes técnicos adicionales. Las actividades de ATM detectan deficiencias y anomalías que con frecuencia requieren acciones correctivas.

Generalmente, y como se describirá en mayor detalle en apartados posteriores, estas actividades se apoyan interactivamente unas a otras para medir y calcular el progreso técnico y permitir una gestión efectiva de los riesgos técnicos del proyecto. Pueden ser necesarios diferentes niveles de análisis dependiendo del avance del desarrollo y de la visión requerida para conducir las revisiones. Asimismo, pueden emplearse prototipos, simulaciones y demostraciones tecnológicas creadas por el proveedor como medio para adquirir los conocimientos para gestionar las interfaces seleccionadas.

2.1. METAS Y PRÁCTICAS ESPECÍFICAS

SG 1 Evaluar soluciones técnicas

SP 1.1 Seleccionar soluciones técnicas para analizar

SP 1.2 Analizar soluciones técnicas seleccionadas

SP 1.3 Llevar a cabo revisiones técnicas

SG 2 Gestionar interfaces

SP 2.1 Seleccionar interfaces para gestionar

SP 2.2 Gestionar interfaces seleccionadas

2.2. ÁREAS DE PROCESO RELACIONADAS

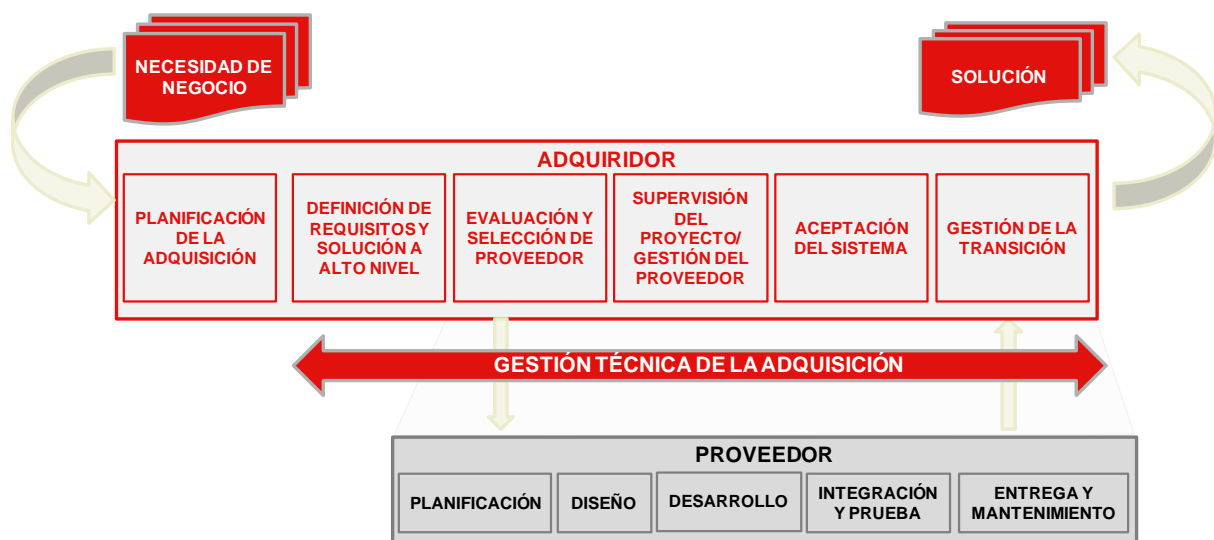
Las actividades de la gestión técnica de la adquisición están relacionadas con otras tres áreas de proceso dentro de CMMI®: desarrollo de requisitos de la adquisición (ARD), validación de la adquisición (AVAL) y verificación de la adquisición (AVER). Algunas de las prácticas específicas de estas áreas son idénticas o duplican en gran medida las prácticas específicas de las correspondientes áreas de proceso de desarrollo (desarrollo de requisitos, validación y verificación, respectivamente, en CMMI-DEV®), mientras que otras han sido modificadas para adaptarse mejor a los escenarios de la adquisición. El área de proceso de gestión técnica de la adquisición (ATM) trabaja en conjunción con las áreas de ARD, AVAL y AVER con el objetivo de gestionar el producto que está siendo o es objeto de la adquisición.

En aquellas adquisiciones en las que el adquiridor asuma el rol de ingeniero de sistemas, arquitecto o integrador del producto debe tenerse en cuenta el área de solución técnica de la categoría de ingeniería de CMMI-DEV®. Esta área incluye información adicional sobre diseño, desarrollo e implementación de soluciones, incluyendo enfoques de diseño, conceptos de diseño y soluciones alternativas en las que se contempla que el adquiridor pueda tener diferentes grados de responsabilidad.

Adicionalmente, ATM debe ser llevado a cabo en consonancia y apoyarse en otros procesos como gestión de requisitos, gestión de riesgos, gestión de la configuración, planificación de proyectos, análisis y resolución de decisiones y gestión de acuerdos con proveedores.

2.3. GESTIÓN TÉCNICA DE LA ADQUISICIÓN DENTRO DE LA GESTIÓN DE ADQUISICIONES

Figura 1. Gestión técnica dentro de la Gestión de Adquisiciones



3. EVALUAR SOLUCIONES TÉCNICAS

Las soluciones técnicas del proveedor deben ser evaluadas durante el ciclo de vida del proyecto de adquisición para confirmar que los requisitos contractuales están siendo satisfechos. Las revisiones son llevadas a cabo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto de forma que se garantice que los requisitos, la arquitectura, y la solución técnica del proveedor son capaces de guiar un desarrollo que resulte en un producto o servicio con la funcionalidad requerida. Es importante que esta actividad esté integrada con las actividades de gestión de riesgos.

Las organizaciones con cierto nivel de madurez generalmente realizan las revisiones usando diferentes técnicas de validez probada, dependiendo del tipo de revisión, y ampliando las bases de las revisiones para dar cabida a las necesidades, expectativas y restricciones de los distintos participantes relevantes del proyecto.

Esta meta específica se centra en las siguientes prácticas:

- Seleccionar soluciones técnicas del proveedor en base a criterios establecidos.
- Analizar las soluciones técnicas seleccionadas.
- Llevar a cabo revisiones técnicas usando los resultados del análisis.

3.1. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR SOLUCIÓN TÉCNICA?

Cuando se habla de soluciones técnicas es preciso aclarar que dicho término es empleado en un sentido muy amplio. Se entiende por soluciones técnicas cualquier producto de trabajo resultado útil de un proceso, esto incluye archivos, documentos, partes de un producto, servicios, descripciones de procesos, especificaciones, etc. Ejemplos concretos de soluciones técnicas son: descripciones de diseño de software, especificaciones de requisitos de software, planes de recuperación, procedimientos de desarrollo, planes de contingencia, contratos, planes frente a desastres, planes de rendimiento de hardware, informes de inspecciones, informes de anomalías, informes de auditoría, planes de instalaciones, procedimientos de instalación, manuales de mantenimiento, planes de mantenimiento, informes de revisiones de gestión, manuales de operaciones y de usuario, métodos de adquisición y contratación, informes de progreso, notas de despliegue, informes y datos, solicitudes de propuestas, planes de gestión de riesgos, planes de gestión de configuración de software, planes de gestión de proyectos software, planes de seguridad, documentación de pruebas, planes de verificación y validación, código fuente, estándares, regulaciones, guías y procedimientos, informes de revisiones técnicas, documentación del proveedor, etc.

3.2. REVISIONES

3.2.1. ¿Qué son y para qué se realizan?

Las revisiones de software fueron introducidas inicialmente por Fagan en IBM en Kingston, en 1972, con dos propósitos: mejorar la calidad del software e incrementar la productividad del desarrollo de software.

Sin embargo, son frecuentes las definiciones de revisiones de productos software ligadas a la eliminación de defectos, en esta línea, Ciolkowski, Laitenberger, y Biffi [2] las definen como “una técnica no basada en la ejecución para el escrutinio de defectos y desviaciones de los estándares de desarrollo en productos software”. La mayoría de los investigadores en la materia están de acuerdo en que las revisiones son la técnica más efectiva en cuanto a coste para introducir mejoras en la productividad, calidad y reducción de costes en la ingeniería de software. Más aún, en relación con la detección de defectos, parece existir relativo consenso en cuanto a que las revisiones pueden localizar defectos en cualquier parte del ciclo de desarrollo, desde las propuestas del concepto hasta la implementación y pruebas, sacando a la luz, especialmente de forma temprana dentro del ciclo de desarrollo, defectos que serían difíciles o imposibles de localizar en posteriores etapas o exclusivamente mediante pruebas.

Según el estándar Std. 1028-2008 (*IEEE Standard for Software Reviews*) el término revisión, que incluye conceptos como revisiones técnicas, inspecciones y auditorías, tiene como propósito principal identificar anomalías en el elemento sometido a revisión de forma que puedan ser corregidas. Una anomalía es definida en el estándar como cualquier condición que se desvíe de lo esperado en base a las especificaciones de requisitos, documentos de diseño, documentos de usuario, estándares, etc. Los términos defecto, error o fallo son usados con frecuencia como sinónimo de anomalía.

Ya entrando en el ámbito de la gestión de adquisiciones, el propósito de las revisiones se concreta en comprobar el cumplimiento de las especificaciones y, de esta forma, garantizar la completitud y adecuación del diseño, desarrollo y funcionamiento de los productos a adquirir. Las revisiones pueden ser vistas como la herramienta del adquiridor para mostrar que el producto desarrollado por el proveedor se comporta como se especificó y que las deficiencias han sido corregidas y, por tanto, el producto está preparado para las pruebas. Otro propósito crítico de las mismas, a parte de la mencionada detección de errores, es identificar y supervisar los riesgos existentes en el desarrollo a través de la selección y evaluación de los componentes o subsistemas de alto riesgo.

Adicionalmente a los propósitos mencionados anteriormente, una revisión puede llevarse a cabo con objetivos como:

- Conseguir un mayor entendimiento de la solución objeto de la misma.
- Tomar decisiones por consenso.

- Mejorar el aprendizaje y comunicación dentro del equipo de trabajo.

El objetivo principal de la revisión condicionará la forma de dirigir la misma ya que, por ejemplo, una revisión cuyo objetivo sea encontrar defectos será bastante distinta a una que pretenda aumentar el entendimiento acerca de un documento.

Asimismo, el grado de formalidad de las revisiones también puede variar bastante, dentro del apartado “3.2.3. Tipos de revisiones” se comenta más detalladamente este aspecto, en cualquier caso, todas las revisiones, independientemente de su formalidad, siguen el mismo proceso básico:

- El documento bajo revisión es estudiado por los revisores.
- Los revisores identifican los problemas o temas a tratar en la revisión y se lo comunican al autor de forma verbal o mediante un documento.
- El autor responde a los comentarios y actualiza el documento según corresponda.

Este proceso básico está siempre presente, aunque para el caso de revisiones más formales se incluyen etapas adicionales y se presta más atención a la documentación y a la medición.

3.2.2. Roles y responsabilidades

Los participantes de cualquier tipo de revisión deben tener conocimientos sobre el proceso de revisión. Formar a los participantes que van a tomar parte en la revisión es un factor crítico para el éxito de la misma. Otro aspecto clave en relación al personal que interviene en la revisión es contar con un equipo bien organizado y guiado por un moderador cualificado.

Dentro del equipo de revisión, se distinguen 5 roles:

- Moderador
- Autor
- Documentador
- Revisor
- Supervisor

A continuación se detallan las responsabilidades asociadas a cada rol:

3.2.2.1. Moderador

El moderador de la revisión dirige el proceso de revisión.

En cooperación con el autor del documento, el moderador determina el tipo de revisión que se va a realizar y la composición del equipo de trabajo.

El moderador realiza una validación de entrada y un seguimiento del trabajo realizado como parte de la revisión con el objetivo de controlar la calidad del proceso.

El moderador también se encarga de programar las reuniones, entregar documentos antes de la reunión, preparar a los miembros del equipo, marcar el ritmo de la reunión, dirigir las posibles discusiones y almacenar los datos recogidos durante la misma.

3.2.2.2. Autor

El autor es la persona que ha creado el producto bajo revisión. El objetivo principal del autor en una revisión es el de aprender lo máximo posible con vistas a mejorar la calidad del producto y su propia habilidad de cara al futuro. La función del autor es enfocar tareas que no están del todo claras y entender los defectos encontrados.

3.2.2.3. Documentador

El documentador tiene que tomar nota de cada defecto mencionado durante la reunión y de cualquier sugerencia acerca de la mejora del proceso planteada. Una buena práctica puede ser que el autor sea quien registre sus defectos o, al menos, tome nota de ellos con sus propias palabras, esto le ayudará a entender mejor el documento de registro en un futuro, por ejemplo, en la etapa de retrabajo. Sin embargo, que una persona distinta del autor asuma el papel de documentador, puede también aportar ventajas significativas, como que el autor tendrá mucho más tiempo para trabajar sobre el producto objeto de la revisión.

3.2.2.4. Revisor

La tarea del revisor, también llamado validador o inspector, es la de validar cualquier material con posibles defectos antes de realizar la propia reunión de revisión. El nivel de minuciosidad, el conocimiento sobre el dominio o la habilidad técnica necesarias para desempeñar este rol depende del tipo de revisión.

Además del documento o producto bajo revisión, los revisores trabajan con otro tipo de material como, por ejemplo, las fuentes de los documentos, estándares, listas de control, etc. En general, cuantos menos documentos de referencia y fuentes se suministren, se necesitará más habilidad y dominio del contenido por parte del revisor.

3.2.2.5. Supervisor

El supervisor también se involucra en las revisiones. Es quien decide destinar un tiempo de la planificación del proyecto para realizar las revisiones, quien determina si se han cumplido los objetivos de la revisión, y por supuesto, quien decide ejecutarlas.

El supervisor también se ocupa de las solicitudes de formación de los participantes en la revisión. Adicionalmente, puede formar parte de la propia revisión, dependiendo de su experiencia y formación anterior. En este caso tomaría el papel de revisor.

3.2.3. Tipos de revisiones

Las revisiones de software pueden ser categorizadas en base al grado de formalidad o nivel de disciplina y flexibilidad, así como de su propósito principal. Una primera clasificación de las revisiones en función de su nivel de formalidad, entendiendo por formalidad el nivel de estructura y documentación asociada con la revisión, distingue entre:

- **Revisiones formales:** normalmente siguen una estructura de proceso más rigurosa y a menudo requieren planificación por adelantado y soporte de infraestructura de la organización.
- **Revisiones informales:** suelen ser procesos desestructurados llevados a cabo para suplir las necesidades bajo demanda de situaciones específicas, normalmente requieren menos tiempo e implican menos costes.

Los factores principales que determinan el nivel de formalidad en una revisión son:

- **Madurez del proceso de desarrollo:** cuanta más madurez tenga el proceso, más formales tenderán a ser las revisiones.
- **Requisitos legales o normativa:** estos son usados para guiar y dirigir las actividades de desarrollo de software en ciertas industrias, especialmente en áreas de seguridad crítica, y pueden fijar exigencias en relación con las revisiones a realizar y requisitos de las mismas.
- **Necesidad de un seguimiento:** los procesos de revisión formal permiten seguir de forma minuciosa todo el ciclo de vida del desarrollo del software. La formalidad en las revisiones puede ayudar a aumentar el nivel de seguimiento.

Tabla 1. Comparativa características revisiones formales y revisiones informales

	Revisiones formales	Revisiones informales
Frecuencia	Al final de cada fase de desarrollo y en puntos de decisiones claves	A lo largo de todo el esfuerzo de desarrollo, durante cada fase
Datos/objeto de revisión	Productos internos de la fase de desarrollo	Versiones preliminares de pequeños segmentos del producto
Propósito principal	Obtener la aprobación para comenzar la siguiente fase	Encontrar errores en el segmento del producto
Revisores	Representantes del proyecto de adquisición Expertos funcionales Usuarios del sistema Aseguradores de calidad Equipo de validación y verificación	Compañeros de desarrollo del producto Usuarios de la siguiente fase Desarrolladores de la fase previa
Duración	De un día a varias semanas	Por lo general, menos de 90 minutos
Resultados	Dirección técnica a seguir Elementos de acción Aprobación parcial o total o desaprobación del objeto de revisión	Asuntos para resolverse

Asimismo, dentro de las revisiones formales también se distinguen tipos. El estándar IEEE Std. 1028-2008 (*IEEE Standard for Software Reviews*), que se ocupa exclusivamente de las revisiones formales, que según define son aquellas revisiones sistemáticas llevadas a cabo con propósitos específicos, categoriza dichas revisiones formales en cinco tipos:

- **Revisiones de gestión:** son evaluaciones sistemáticas del proceso de desarrollo llevadas a cabo por o en nombre de la gestión, para monitorizar el avance; determinar el estado de planes, plazos, etc.; confirmar requisitos y su asignación

dentro del sistema; evaluar la efectividad del enfoque de gestión seguido para alcanzar el propósito y funcionalidad requeridos.

- **Revisiones técnicas:** son evaluaciones sistemáticas del producto adquirido por un equipo de personal cualificado que examina la idoneidad del mismo para su propósito requerido e identifica discrepancias con las especificaciones y estándares. Estas revisiones pueden, asimismo, proporcionar recomendaciones de alternativas y análisis de las mismas.
- **Inspecciones:** son exámenes visuales del producto adquirido para detectar e identificar anomalías, incluyendo errores y desviaciones de estándares y especificaciones. Se llevan a cabo entre pares y son conducidas por facilitadores imparciales cualificados en el manejo de técnicas de inspección. La determinación de remedios o de acciones de investigación ante anomalías es un elemento obligatorio de las inspecciones, aunque la solución no se debe alcanzar en la reunión de inspección.
- **Walk-throughs:** técnica de análisis estático en la que el diseñador o programador dirige a los miembros del equipo de desarrollo u otras partes interesadas en el producto, y los participantes plantean cuestiones y realizan comentarios sobre posibles errores, desviaciones de los estándares de desarrollo u otros problemas observados.
- **Auditorías:** exámenes independientes del producto, proceso o conjunto de procesos para evaluar el cumplimiento de especificaciones, estándares, acuerdos contractuales u otros criterios.

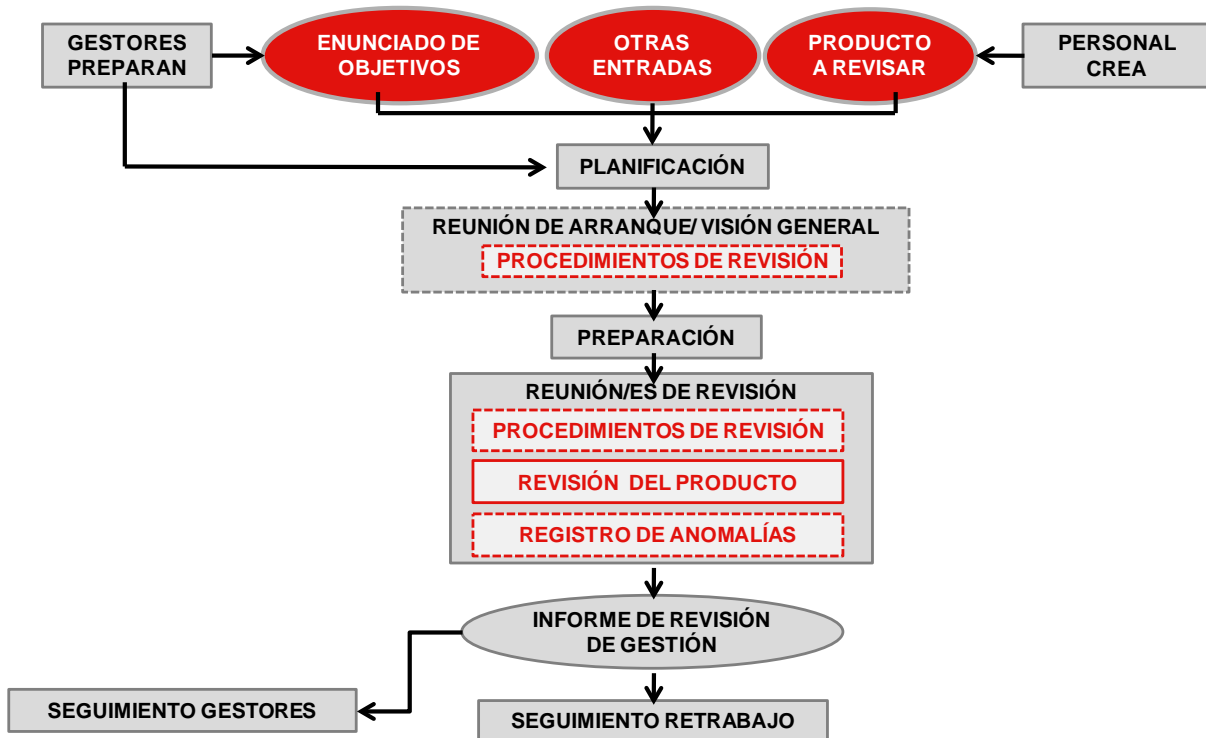
Tabla 2. Comparativa del objetivo y forma de toma de decisiones por tipo de revisión

Característica	Resultados				
	Revisión de gestión	Revisión técnica	Inspección	Walk-through	Auditoría
Objetivo	Asegurar el progreso; recomendar acciones correctivas; comprobar la correcta asignación de recursos	Evaluar la conformidad con especificaciones y planes; encontrar anomalías; confirmar la integridad de los cambios	Encontrar anomalías; verificar su resolución; verificar la calidad del producto	Encontrar anomalías; examinar alternativas; mejorar el producto; forma de aprendizaje	Evaluar independientemente e conformidad con estándares y regulaciones aplicables
Toma de decisiones	El equipo de gestión traza las acciones a tomar. Las decisiones son tomadas en la reunión o como resultado de recomendaciones	El equipo de revisión solicita al líder de gestión o técnico que actúe en base a las recomendaciones	El equipo de revisión selecciona disposiciones de producto predefinidas. Los defectos deben ser eliminados	El equipo acuerda los cambios a llevar a cabo por el autor	La organización auditada, el iniciador, el adquiridor, el cliente o el usuario.

En los siguientes apartados se describen con mayor detalle los cinco tipos de revisiones formales mencionados

3.2.3.1.1. Revisiones de gestión

Figura 2. Proceso de revisiones de gestión



Una de las metas de este tipo de revisiones es crear una lista de acciones con énfasis en los riesgos potenciales. Identificar anomalías no está considerado como uno de los objetivos de estas revisiones.

Dentro del proceso de revisión de gestión, la sesión de arranque o visión general es opcional, a petición del moderador de la revisión. El estándar IEEE Std.1028-2008 permite llevarla a cabo durante el comienzo de la primera reunión de revisión. En este caso, tendría lugar después de que los participantes se hayan preparado para la reunión, por lo que le restaría utilidad. Es recomendable que, si una sesión de este tipo es requerida, se mantenga previamente al paso de preparación.

El estándar no describe el paso crucial de fijar los objetivos de la revisión, aunque si es requerido como una precondition para la misma. Generalmente, el enunciado de los objetivos es especificado previamente a la revisión, a través del plan de gestión del proyecto o algún otro plan. Si no es así, debería ser definido previo a los siguientes pasos.

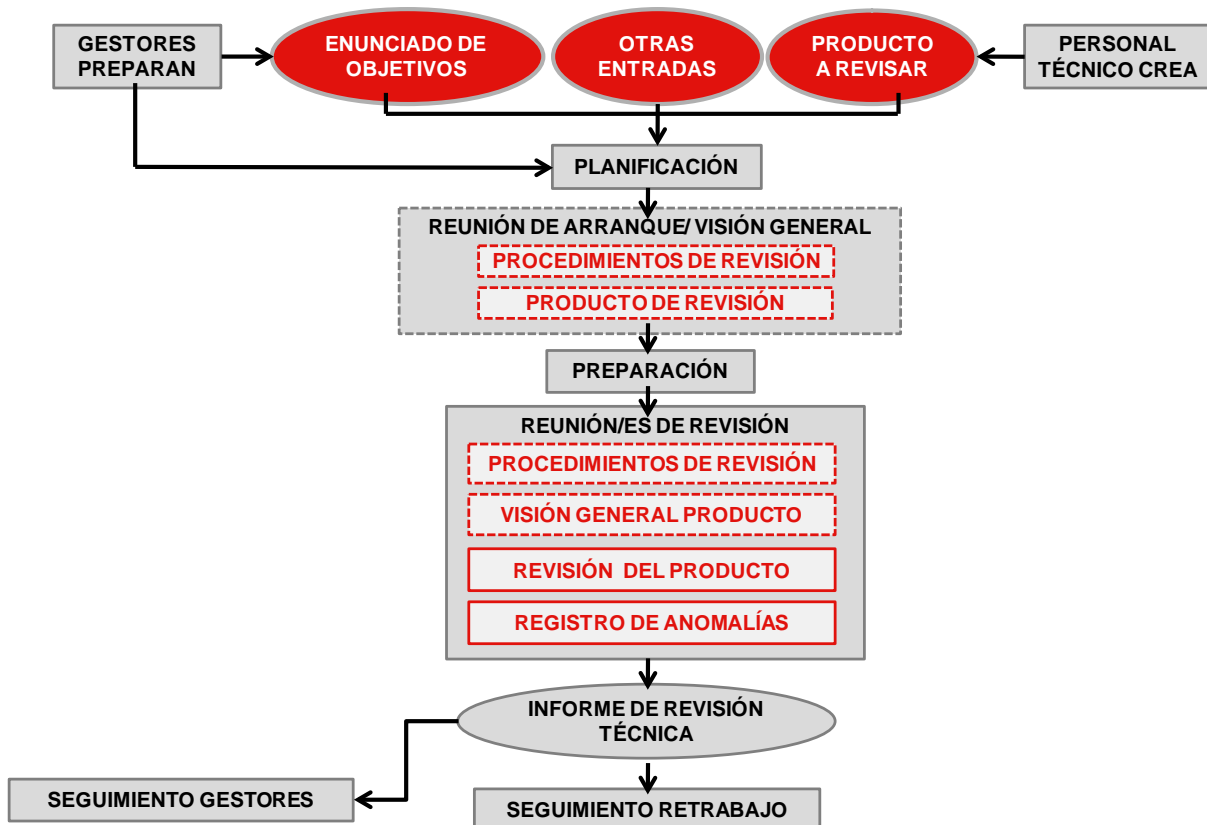
Debe emitirse un informe como resultado de la revisión de gestión conteniendo los siguientes apartados: proyecto objeto de revisión; miembros del equipo de revisión; objetivos de la revisión; producto en revisión; entradas específicas para la misma; estado de los elementos de acción, con su responsable y fecha de cierre planificada o conocida (acciones

cerradas) y un listado de anomalías identificadas por el equipo de revisión que deben ser solventadas.

El proceso de toma de decisiones de una revisión de gestión difiere del de una revisión técnica en que las decisiones pueden ser tomadas durante la propia reunión. En este aspecto, pueden ser comparadas con las inspecciones, en las que la idea es que las decisiones se tomen durante las mismas. En el caso de las inspecciones, el alcance de dichas decisiones queda restringido a aspectos técnicos asociados a los productos de trabajo. En las revisiones de gestión, estas decisiones están centradas en asuntos de gestión relacionados con los procesos del ciclo de vida del software.

3.2.3.1.2. Revisiones técnicas

Figura 3. Proceso de revisiones técnicas



Como en las revisiones de gestión, uno de los objetivos de la revisión técnica es generar una lista de elementos de acción, enfatizando los riesgos involucrados. A diferencia de las mismas, identificar las anomalías es otro de los objetivos del examen. Esto resulta apropiado dado que los principales participantes son personal técnico, aunque la información obtenida en este tipo de revisiones esté destinada al personal de gestión.

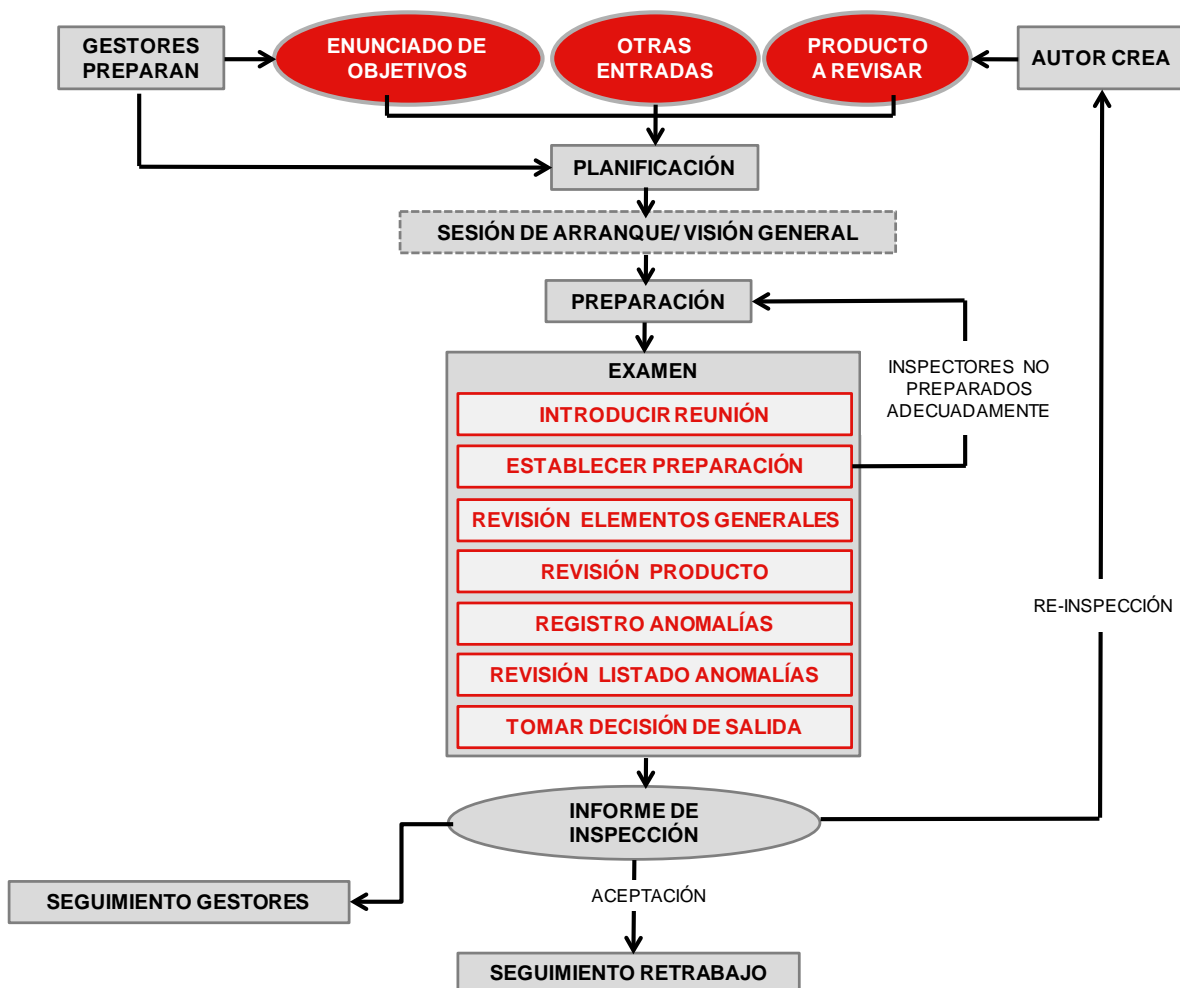
Debe emitirse un informe de la revisión técnica efectuada conteniendo la siguiente información: proyecto objeto de revisión; miembros del equipo de revisión; producto sometido a revisión; entradas específicas para la misma; objetivos de la revisión y alcance

de la misma; listado de las anomalías resueltas y sin resolver y especificación de los elementos de acción asociados; listado de las cuestiones de gestión planteadas; estado de los elementos de acción (abiertos, cerrados) junto con su responsable y fecha de resolución asignada o de finalización (cerradas); recomendaciones del equipo de revisión sobre anomalías y aspectos no resueltos y si el producto software cumple las regulaciones aplicables, así como estándares, guías, planes y procedimientos sin desviaciones.

El proceso de toma de decisiones de una revisión técnica es más restringido que el de una revisión de gestión por el hecho de que la información y recomendaciones son dirigidas al personal de gestión, que será quién tome las decisiones en base a las mismas. Para las revisiones en las que se deben tomar decisiones en relación a los elementos sometidos a revisión deberían usarse inspecciones en lugar de revisiones técnicas.

3.2.3.1.3. Inspecciones

Figura 4. Proceso de inspección



A diferencia de las revisiones técnicas o de gestión, las inspecciones están principalmente centradas en identificar anomalías. La generación de un listado de acciones enfatizando

riesgos no es un objetivo prioritario de las inspecciones. Esto resulta apropiado dado que las inspecciones son conducidas y se dirigen a informar a personal técnico.

La reunión de inspección está más estructurada que las reuniones correspondientes a las revisiones técnicas o de gestión. Esto es debido al reto de cubrir cantidades significativas de información técnica dentro de unas restricciones temporales mientras se tratan de eludir problemas relacionados con la dinámica del equipo de revisión.

Para llevar a cabo inspecciones con éxito, es importante restringir el rol del autor durante la inspección a proveer información relativa al producto de trabajo. Al mismo tiempo, es importante restringir el rol del inspector o revisor a la identificación y descripción de los defectos objetivos del producto de trabajo, y no permitir evaluaciones subjetivas sobre el producto completo que pueden causar una reacción defensiva por parte del autor. La responsabilidad de guiar a los participantes para completar sus roles asignados recae exclusivamente en el moderador de la inspección.

El equipo de inspección, según el estándar IEEE Std.1028-2008, no debe estar compuesto por personal de gestión. Esta condición tiene el propósito de fomentar el intercambio abierto de ideas durante la inspección.

Se debe emitir un informe de la misma conteniendo la siguiente información: proyecto objeto de inspección; miembros del equipo de revisión; duración de la inspección; producto inspeccionado; tamaño de los materiales inspeccionados (por ejemplo el número de páginas de texto); entradas específicas para la misma; objetivos de la inspección y si han sido alcanzados; listado de las anomalías especificando localización, descripción y clasificación; resumen de la inspección con el número de anomalías por categorías identificadas; estimación del esfuerzo de retrabajo y fecha de finalización del mismo y estado del producto software.

Según el estándar, el estado del producto, dentro del informe, debe ser descrito como una de las siguientes opciones:

- Aceptado sin retrabajo o con mínimo retrabajo: el producto inspeccionado es aceptado después de la inspección como está o con mínimo retrabajo (por ejemplo, aquel que no requiera verificación posterior).
- Aceptado con verificación de retrabajo: el producto sometido a inspección es aceptado después de que el moderador de la inspección o el miembro designado (no el autor) verifique el retrabajo.
- Reinspección: se programa una reinspección para verificar el retrabajo realizado. Como mínimo, la reinspección debería examinar las áreas del producto modificadas para resolver las anomalías identificadas en la última inspección, así como los efectos colaterales de estos cambios.

La descripción del estado final del producto debe basarse en el número y severidad de las anomalías identificadas y la estimación del esfuerzo de retrabajo. Si el retrabajo requerido

tiene un alcance suficientemente restringido, bien especificado y sin efectos colaterales potenciales como para ser eficientemente verificado por el moderador de la inspección o inspector/revisor designado, entonces una reinspección no es necesaria. Si, por el contrario, el alcance del retrabajo es sustancial, el retrabajo no puede ser especificado claramente o existen posibles efectos colaterales del retrabajo, debería llevarse a cabo una reinspección.

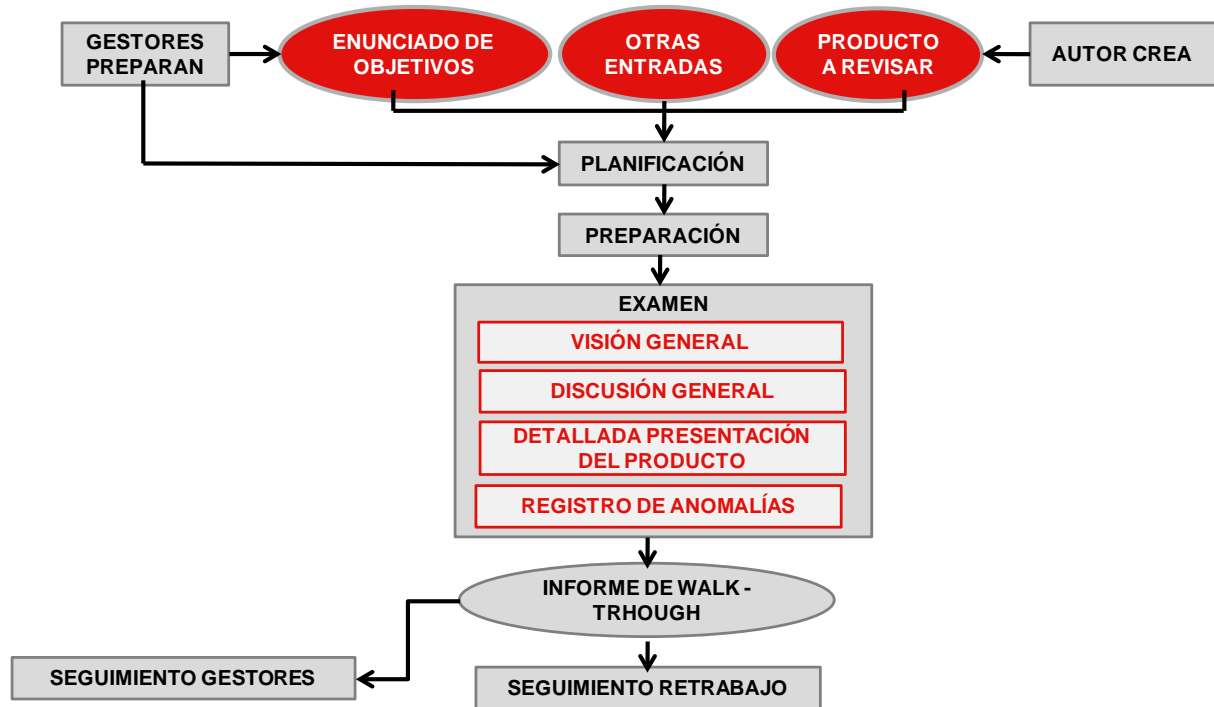
El estándar IEEE Std.1028-2008 establece que las anomalías en productos software pueden ser clasificadas de acuerdo al IEEE STD.1044. Si bien, no es necesario cumplir con el IEEE Std. 1044 para estar conforme con el IEEE Std.1028. El principal propósito de esta clasificación de anomalías es generar un informe de inspección que proporcione datos para planificar el proceso de mejoras de software. Para las anomalías identificadas en inspecciones, conocer la fase de proyecto, tanto aquella en la que fue detectada, como aquella en la que primeramente fue introducida, el coste del proyecto, el impacto en la planificación y la severidad asociada, es particularmente útil. Puede ser también adecuado estimar el coste del proyecto y el impacto en el cronograma si la anomalía no hubiera sido identificada durante la inspección, asumiendo que habría sido descubierta durante la fase de pruebas.

Como un aspecto no obligatorio de la recolección de datos durante las inspecciones, el estándar sugiere documentar en el informe de inspección un ranking de anomalías atendiendo a su impacto potencial en el producto software. De esta forma se ordenarían las anomalías pasando de las más importantes, entendiendo por éstas las que resultarán en fallo del producto o en desviaciones evidentes frente a las especificaciones; a anomalías menores, aquellas que se desvían de especificaciones relevantes pero no causan fallo en el producto o una desviación significativa en el rendimiento. En cualquier caso, y aunque no se vaya a realizar esta clasificación de anomalías, éstas sí deberían ser evaluadas en cuanto a los riesgos que conllevan.

El proceso de toma de decisiones de una inspección difiere del de revisión técnica en que en la inspección se debe disponer de autorización para tomar decisiones en relación con el retrabajo requerido por el producto. Con esta consideración, es una herramienta más poderosa que implica delegar la responsabilidad de toma de decisiones al personal técnico.

3.2.3.1.4. Walk-throughs

Figura 5. Proceso de walk-through



Como en las inspecciones, los *walk-throughs* están principalmente centrados en identificar anomalías. Esto es así porque, como en las inspecciones, los *walk-throughs* están dirigidos por personal técnico y proporcionan información a personal técnico.

El autor no está restringido en un *walk-through*, como ocurría en una inspección. El estándar IEEE Std.1028 permite al autor la función de moderador y/o documentador. Sólo uno de los otros miembros del equipo es requerido adicionalmente al autor para conducir un *walk-through*, reduciendo, de esta forma, el coste y programa del mismo en relación con las inspecciones. Los *walk-throughs* son también más fáciles de implementar desde el punto de vista de gestionar la dinámica del equipo de revisión porque hay menos probabilidades de poner al autor en una posición defensiva o a los otros revisores en una posición de ataque. Sin embargo, en general los *walk-throughs* no son tan efectivos como las inspecciones en la identificación de anomalías. Como en las inspecciones, el personal de gestión está excluido específicamente del equipo de *walk-through*.

El informe del *walk-through* debe contener la siguiente información: miembros del equipo; producto software objeto de examen; objetivos de la revisión y si estos han sido alcanzados; listado de recomendaciones en relación con cada anomalía; listado de acciones, junto con su responsable y fecha de finalización planificada y cualquier propuesta hecha por el equipo del *walk-through* para el posterior seguimiento.

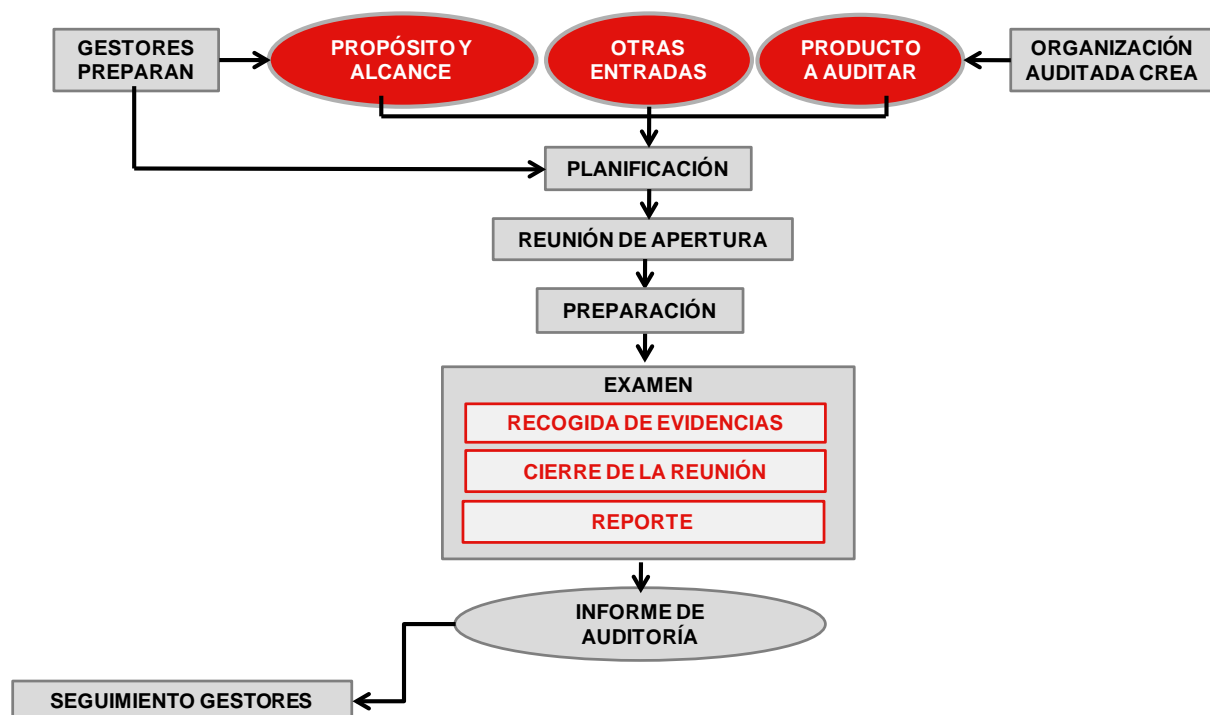
La clasificación de anomalías puede llevarse a cabo de forma similar a la descrita en el apartado de inspecciones.

El proceso de toma de decisiones en un *walk-through* es más restrictivo que en las inspecciones, ya que un *walk-through* está más orientado a proporcionar información, y menos orientado a retrabajo en anomalías. Una inspección no puede ser completada hasta que el software ha sido aceptado y las anomalías han sido resueltas, mientras que los criterios de salida para un *walk-through* son que el producto al completo haya sido examinado y que se hayan registrado recomendaciones y acciones requeridas.

En una inspección, una reinspección puede ser obligada, mientras que en un *walk-through* únicamente pueden ser propuestas. En este sentido, uno puede pensar en un *walk-through* como en una “inspección ligera”, útil para organizaciones que no tienen los recursos de personal o la madurez de procesos necesaria para conducir inspecciones, o que no están dispuestas a delegar la toma de decisiones y autoridad requerida para llevar a cabo una inspección.

3.2.3.1.5. Auditorías

Figura 6. Proceso de auditoría



El primer objetivo de la auditoría es hacer y documentar observaciones. Estas observaciones son definidas como una afirmación o declaración hecha durante una auditoría que es sustentada por evidencias objetivas. Este objetivo es sutilmente diferente del de identificación de anomalías o definición de elementos de acción, que es el propósito principal de otros tipos de revisiones.

Un aspecto importante del proceso de auditoría es el debatir y tratar estas observaciones con la organización auditada antes del cierre de la reunión de auditoría.

Debe elaborarse un informe de auditoría conteniendo la siguiente información: propósito y alcance de la auditoría; organización auditada; productos software auditados; regulaciones, estándares, guías, planes y procedimientos aplicables usados en la evaluación; criterios de evaluación; resumen de la organización auditora; resumen de las actividades de examen; resumen de las actividades de examen no ejecutadas; listado de observaciones, clasificadas de mayor a menor relevancia; resumen e interpretación de las conclusiones, incluyendo los elementos clave de no-conformidad; y tipo y calendario de las actividades de seguimiento de la auditoría.

En relación con la clasificación de las observaciones, el estándar explica que una observación debería ser clasificada como seria o muy importante si la no-conformidad puede tener un efecto significativo en la calidad del producto, el coste o el calendario del proyecto.

También puede incluirse en el informe de auditoría información adicional como recomendaciones a la organización auditada.

El proceso de toma de decisiones para una auditoría difiere sustancialmente del de otros tipos de revisiones debido a la independencia de los auditores de la organización auditada. El informe de auditoría recoge información para el supervisor, que debe decidir sobre los elementos de acción, los cuales deben ser implementados por la organización auditada.

3.2.3.1.6. *Relación entre tipos de revisiones y productos objeto de revisión*

El estándar IEEE Std.1028 recomienda usar tipos de revisiones específicos en función del tipo de producto a revisar.

Tabla 3. Relación entre tipos de revisiones y productos objeto de revisión

Producto Software	Revisión de gestión	Revisión técnica	Inspección	Walk-through	Auditoría
Informes de anomalías	X				
Plan de recuperación y back up	X				X
Planes de contingencia					X
Contratos					X
Quejas del cliente o representante del usuario	X				X
Planes frente desastres	X				X

Planes de instalación	X				X
Procedimientos de instalación		X	X	X	X
Manuales de mantenimiento		X	X	X	X
Informes de revisión de gestión					X
Manuales de operaciones y usuario					X
Métodos de contratación	X				X
Informes de progreso	X				
Notas de liberación/despliegue		X	X	X	
Informes y datos					X
Peticiones de propuestas					X
Planes de gestión de riesgos	X				X
Planes de gestión de la configuración	X				X
Descripciones de diseño		X	X	X	X
Planes de gestión de proyecto	X				X
Planes de aseguramiento de calidad	X				X
Análisis de producto	X				
Especificaciones de requisitos		X	X	X	X
Planes de seguridad	X				X
Documentación de pruebas		X	X	X	X

Documentación de usuario		X	X	X	X
Planes de validación y verificación	X				X
Código fuente			X	X	X
Estándares, regulaciones, guías y procedimientos					X
Procedimientos de desarrollo de sistemas		X		X	X
Documentación de proveedores					X
Informes de verificación y validación	X				

3.2.4. Beneficios de las revisiones

De forma general, se pueden mencionar los siguientes beneficios como resultado de la realización de revisiones:

- **Mejora de la calidad del producto:** en las revisiones no sólo se identifican defectos de forma temprana, en algunos casos, se pueden revelar fallos que serían complejos de localizar a través de pruebas. De esta forma, como complemento a las pruebas, las revisiones pueden incrementar la calidad del producto software final. Las experiencias recogidas revelan que las revisiones mejoran consistentemente la calidad. Estudios muestran que las revisiones son una técnica efectiva que saca a la luz entre el 31% y el 93% de los defectos existentes, con una media en torno al 60%. Por ejemplo, Fagan [4] reportó que 38 defectos encontrados en una aplicación de 8 módulos (4439 líneas sin comentarios en Cobol), lograron una efectividad en las revisiones del 82%. Kitchenham (1986) encontró que el 57,7% de los defectos fueron hallados en revisiones en un desarrollo donde la proporción del esfuerzo de revisiones al dedicado a desarrollo fue de un 6%. Conradi, Marjar, and Skatevik (1999) comprobaron que en Ericsson en Oslo en torno al 70% de los defectos fueron registrados gracias a revisiones, las cuales representaron entre un 6% y un 9% del esfuerzo de desarrollo. Barnard y Price (1994) mostraron una media del 60% al 70% de localización de defectos vía revisiones de código en Hewlett Packard. Otro estudio más reciente sugiere que las revisiones de software eliminan entre el 35 y el 90% de todos los defectos durante el ciclo de desarrollo.
- **Ahorro de costes y mejora de productividad:** gracias a la evaluación temprana de productos de trabajo cualquier anomalía en los mismos, como requisitos incorrectos

o no identificados, puede ser localizada y corregida más pronto que si únicamente se efectuasen pruebas finales. Gran número de estudios alegan que el coste de identificar y eliminar los defectos en fases tempranas es mucho menor que en posteriores fases del desarrollo. Es una realidad que uno de los errores más recurrentes y costosos que tienen lugar en los proyectos de software actuales es postergar la actividad de detectar y corregir los problemas hasta el final del proyecto. El coste del retrabajo en las etapas finales de un proyecto puede alcanzar 100 veces el coste de corregirlos en etapas más tempranas. Asimismo, la tradicional actividad de detección de defectos a través de pruebas formales limitadas a las últimas fases del ciclo de desarrollo además de conducir a un mayor coste asociado a su eliminación, producen correcciones rápidas y ad-hoc que, en muchos casos, reducen la mantenibilidad del producto.

- **Reducción del tiempo de desarrollo:** a pesar de que las revisiones de software pueden ser percibidas como un trabajo adicional que ralentiza el desarrollo, existe una evidencia contrastada de que estas revisiones realmente reducen el tiempo de desarrollo, dado que éstas son más eficientes que otros métodos como las pruebas, y resultan básicas en proyectos con exigencias estrictas en cuanto a la calidad y tiempo.
- **Mayor visibilidad del avance del proyecto y mejor gestión de riesgos:** las revisiones proporcionan tanto al adquiridor como al proveedor una medida del progreso en el desarrollo del producto a adquirir, a la vez que reducen los riesgos técnicos asociados con el desarrollo del sistema.
- **Cumplimiento normativa, estándares y/o regulaciones:** adicionalmente, las revisiones son fáciles de documentar, y por ello, proporcionan evidencia objetiva de controles de diseño, desarrollo, etc., lo cual puede ser requerido para lograr la conformidad y cumplimiento de determinadas regulaciones.

Concretamente, dentro de la gestión técnica de una adquisición, las revisiones del trabajo técnico del proveedor aportan beneficios tanto para el proveedor como para el adquiridor. Estas revisiones permiten al adquiridor:

- Verificar que la interpretación e implementación de los requisitos llevada a cabo por el proveedor es consistente con el concepto o idea trasladada por el adquiridor.
- Verificar que las actividades técnicas del proveedor cumplen con lo acordado.
- Asegurarse de que los compromisos técnicos están siendo alcanzados y que los problemas técnicos surgidos son comunicados y resueltos en tiempo y forma.
- Obtener información técnica sobre los productos del proveedor.

Asimismo, también resultan ventajosas para el proveedor en cuanto que sirven para:

- Proporcionar al proveedor una mayor visibilidad de las expectativas y requisitos del cliente y usuario final.
- Proporcionar al proveedor la información técnica apropiada y el soporte necesario.

3.2.5. Revisiones a llevar a cabo dentro del ciclo de adquisición

Una vez descritos los distintos tipos de revisiones, con sus aspectos comunes y diferenciadores en cuanto a objetivos y enfoque, así como el tipo de revisión a emplear en función del producto objeto de la misma, se va a proceder a detallar una serie de revisiones formales que distintos estándares y recomendaciones reconocen como especialmente indicadas como parte de la gestión técnica de una adquisición. No todos los estándares recogen las mismas revisiones, ni emplean una misma nomenclatura. Lo que sí mantienen en común es el aceptar los siguientes aspectos como característicos de las revisiones a llevar a cabo como parte de la gestión técnica de la adquisición:

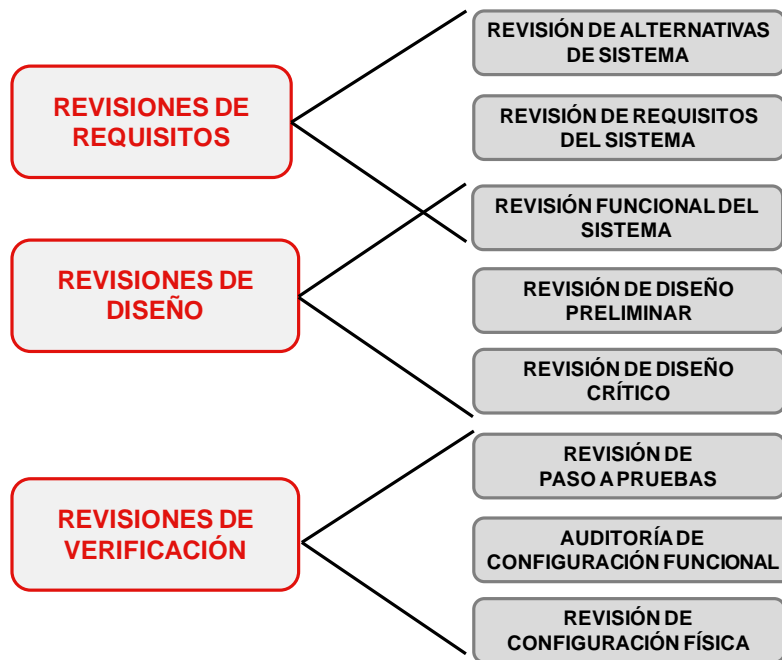
- Consideración de las revisiones como hitos importantes en el esfuerzo de desarrollo y que, por ello, deben recibir la necesaria atención y dedicación tanto por el proveedor como por el adquiridor.
- Deben ser determinadas por eventos, no responder a fechas fijadas en la planificación. Deben ser realizadas cuando el sistema bajo desarrollo satisface determinados criterios de entrada documentados en el plan de proyecto y conducidas, como mínimo, en las transiciones entre fases de la adquisición y en los puntos de mayor esfuerzo técnico (ej.: en el paso del diseño preliminar al diseño detallado debe llevarse a cabo una revisión de diseño preliminar).
- Requeridas contractualmente, se deben incluir en el acuerdo con el proveedor los procesos de revisiones técnicas y los requisitos de las mismas.
- De forma general, a medida que el sistema progresa, la naturaleza y foco de las revisiones y auditorías cambia, en paralelo con el esfuerzo técnico; inicialmente se centran en los requisitos y funciones y posteriormente se focalizan en el producto en sí. De esta forma, en etapas tempranas, el foco principal es la definición de los requisitos sobre los que se van a basar las actividades de diseño y desarrollo posteriores, asegurando que los conceptos de alto nivel y las definiciones del sistema reflejan las expectativas del usuario. Una vez que la definición del sistema está completada, la atención se torna hacia el diseño a nivel de subsistema e inferiores. Las revisiones técnicas durante esta fase son típicamente revisiones de diseño que establecen los requisitos de diseño y verifican que la solución física es consistente con los mismos. Una vez establecida la línea base funcional, las revisiones tienden a centrarse en los subsistemas y componentes de configuración hasta que, más adentrados en el desarrollo, la atención retorna al sistema en conjunto. En las etapas finales de desarrollo, las revisiones son llevadas a cabo sobre el sistema global para verificar que los productos generados reúnen los requisitos establecidos.

A continuación, se procede a describir las revisiones más comunes y su localización más frecuente dentro del ciclo de vida de la adquisición tomando como referencia principal material sobre gestión de adquisiciones del Departamento de Defensa de Estados Unidos detallado en la bibliografía [3] y [13].

Es importante precisar que la ocurrencia de las revisiones en relación a las fases del ciclo de vida de la adquisición puede variar de una adquisición a otra en base a las necesidades únicas y propias de cada adquisición o proyecto, si bien, frecuentemente suelen concretarse en los momentos descritos posteriormente. Por otro lado, los nombres usados en los estándares para referirse a las distintas revisiones a efectuar son en muchos casos diferentes, los empleados en esta guía son los que se han considerado como más descriptivos del contenido y propósito de la revisión en cuestión. Finalmente, aclarar que esto no deja de ser una descripción general de una serie de revisiones recomendadas, el conjunto de revisiones a llevar a cabo debe ser adaptado a las necesidades de la adquisición bajo desarrollo, pudiendo no ser requeridas todas ellas o incluso ser precisas alguna más de las descritas a continuación:

- **Revisión de alternativas del sistema (ASR):** tiene lugar tras la exploración del concepto y tecnología de desarrollo para el sistema a adquirir.
- **Revisión de requisitos del sistema (SRR):** se lleva a cabo tras la definición de requisitos.
- **Revisión funcional del sistema (SFR):** tiene lugar una vez definido el sistema, previo a las actividades de diseño.
- **Revisión de diseño preliminar (PDR):** se lleva a cabo después de que la arquitectura del sistema haya sido determinada y antes de que comience el diseño detallado.
- **Revisión de diseño crítica (CDR):** tiene lugar después de que el diseño detallado esté completado y antes de que comience la codificación o desarrollo.
- **Revisión de paso a pruebas (TRR):** tiene lugar previo a las pruebas formales.
- **Auditoría de configuración funcional (FCA):** tiene lugar una vez que el software ha sido desarrollado y probado.
- **Auditoría de configuración física (PCA):** se realiza después de que el software ha sido probado e integrado con el sistema hardware.

Figura 7. Revisiones típicas



A continuación se describen en mayor detalle las revisiones anteriormente mencionadas.

3.2.5.1. Revisión de alternativas del sistema (ASR)

El propósito de una revisión de alternativas del sistema es verificar que el concepto del sistema seleccionado proporciona una respuesta efectiva desde el punto de vista operativo; satisface los criterios y restricciones fijadas y puede ser desarrollado para proporcionar una solución asequible y a tiempo para la necesidad surgida, dentro de un nivel de riesgo aceptable.

Esta revisión se lleva a cabo durante la fase de exploración del concepto y tecnología de desarrollo para el proceso de adquisición, una vez que el concepto del sistema ha sido concretado y se ha identificado un sistema o alternativa preferente.

En ese punto se dispone de un borrador de la estructura de descomposición del trabajo del sistema, una línea base funcional preliminar y un borrador de las especificaciones del sistema en revisión para determinar su viabilidad y riesgo. Se revisan, asimismo, las dependencias tecnológicas existentes para asegurar que el nivel de riesgo tecnológico asociado a los conceptos propuestos se encuentra dentro de un valor aceptable.

3.2.5.2. Revisión de requisitos del sistema (SRR)

El objetivo de la revisión de requisitos del sistema es asegurar la adecuación de los requisitos recogidos en las especificaciones. Según el estándar IEEE Std. 830-1998 IEEE (*Recommended Practice for Software Requirements Specifications*) estas especificaciones de requisitos deberían recoger los siguientes aspectos: funcionalidad (qué debe hacer); interfaces externas (cómo debe interactuar con personas, otros sistemas, etc.); rendimiento

(velocidad, disponibilidad, tiempo de respuesta, tiempo de recuperación, etc.); atributos (portabilidad, corrección, mantenibilidad, seguridad y otras consideraciones) y restricciones de diseño impuestas en la implementación (si existe alguna exigencia o requisito en cuanto a aplicar determinado estándar, lenguaje de implementación, políticas para la integridad de las BB.DD., límites de recursos, entorno operativo, etc.).

Una tipo de revisiones especialmente útil para evaluar los requisitos del sistema son las inspecciones.

Generalmente esta revisión evalúa que las especificaciones que describen los requisitos funcionales, de rendimiento, interfaces, etc. que guiarán el diseño y desarrollo posteriores del sistema están definidas y pueden ser probadas, amén de ser coherentes con las restricciones de coste, plazos, riesgos, tecnológicas, etc.; comprobando que dichos requisitos son consistentes con la solución planteada.

Es de importancia crítica en esta revisión el entendimiento de los riesgos técnicos inherentes a las especificaciones del sistema y al desarrollo del mismo. Determinar un nivel de riesgos aceptable es esencial en esta revisión.

Junto a lo anterior, también se trata de confirmar que los requisitos operativos de usuario han sido comprendidos correctamente y adecuadamente traducidos a requisitos técnicos específicos del sistema de forma que el proveedor pueda establecer una línea base inicial de requisitos a nivel de sistema. Esta línea base inicial de requisitos determina la dirección y progreso del esfuerzo de ingeniería y el grado de convergencia hacia una línea base de configuración equilibrada y completa.

Esta revisión incluye las siguientes tareas:

- Revisar y evaluar la madurez de los requisitos software.
- Validar que las especificaciones de requisitos software y de interfaz reflejan los requisitos a nivel de sistema asignados al software.
- Evaluar la compatibilidad del hardware y software del sistema.
- Evaluar las interfaces humanas, controles y monitores.
- Asegurar que los riesgos han sido identificados y se han establecido planes de mitigación.
- Validar que los diseños son consistentes con la documentación de concepto.
- Revisar planes de pruebas y manuales preliminares.

3.2.5.3. Revisión funcional del sistema (SFR)

Su propósito es asegurar que la línea base de funcionalidad del sistema está fijada y tiene unas expectativas razonables de satisfacer los requisitos con el presupuesto y planificación

asignados. Esta revisión evalúa la descomposición de las especificaciones del sistema a especificaciones funcionales del mismo, idealmente derivadas del análisis de casos de uso. Por ello, un componente crítico de esta revisión es el desarrollo de casos de uso operativos representativos del sistema.

El proceso de definir los componentes por debajo del nivel de sistema implica un esfuerzo de ingeniería sustancial. Esta actividad lleva asociado el análisis, modelado y simulación, así como pruebas de desarrollo continuo para lograr una definición óptima de los principales elementos que componen el sistema, con sus requisitos funcionales y de rendimiento asociados. De esta forma, el funcionamiento del sistema y los requisitos funcionales anticipados para el uso y mantenimiento operativo son asignados a subsistemas, hw y sw tras análisis detallados de la arquitectura y el entorno de operación. A continuación, y como parte de esta revisión, se evalúan los requisitos de funcionamiento a bajo nivel del sistema para determinar si están definidos completa y consistentemente con el concepto del sistema y si se mantiene la trazabilidad de los mismos con los requisitos de rendimiento de alto nivel del sistema.

La revisión debería incluir las siguientes actividades:

- Verificación de que las especificaciones del sistema reflejan los requisitos que permitirán alcanzar las expectativas del usuario.
- Análisis funcional y asignación de requisitos a los elementos por debajo del nivel de sistema.
- Revisión y aprobación del borrador de la funcionalidad de los elementos y especificaciones detalladas de ciertos elementos.
- Verificación de que los riesgos asociados al diseño del sistema están en niveles aceptables.
- Verificación de que las selecciones de diseño han sido optimizadas a través de análisis apropiados de estudios de mercado y comerciales.
- Revisión y análisis de datos de métricas de rendimiento técnico.

Esta actividad resulta en dos productos principales: la versión final de las especificaciones funcionales del sistema y los borradores de las especificaciones de los elementos por debajo del nivel de sistema. Estos documentos definen la línea base funcional del sistema.

Al finalizar esta actividad el sistema ha pasado del nivel de concepto a un sistema bien definido. Se completa, de esta forma, el proceso de definición de los elementos por debajo del nivel de sistema. Esta es la primera revisión que comienza a asignar requisitos a subsistemas y a elementos individuales. El SFR determina si la definición funcional del sistema está completamente descompuesta a su nivel más bajo, de forma que se pueda proceder al diseño preliminar. Así pues, tras el SFR, el trabajo se orienta a completar la definición del diseño de los elementos por debajo del nivel de sistema, en términos de

función, rendimiento, interfaces, etc. para cada uno. Las revisiones siguientes a la SFR normalmente son llevadas a cabo para verificar que los requisitos de diseño a nivel de sistema reflejan el conjunto de requisitos que resultará en un diseño detallado aceptable.

3.2.5.4. Revisión de diseño preliminar o de diseño de alto nivel (PDR)

El propósito de la revisión de diseño preliminar o de diseño de alto nivel es evaluar la adecuación técnica de los diseños preliminares o de alto nivel del software a lo recogido en las especificaciones de requisitos. Concretamente, esta revisión se lleva a cabo para cada elemento de configuración o elementos de configuración agregados para: evaluar el progreso, la adecuación técnica y la resolución de riesgos del enfoque de diseño seleccionado; determinar la compatibilidad del diseño con los requisitos de ingeniería y de funcionamiento de las especificaciones del elemento de configuración; evaluar el grado de definición y valorar el riesgo técnico asociado a los procesos y métodos de desarrollo; y establecer la existencia y compatibilidad con otros elementos de equipamiento, instalaciones, software y personal.

La revisión evalúa la documentación de diseño asociada a las especificaciones de subsistemas del producto para cada elemento de configuración del sistema y asegura que cada función incluida en la línea base funcional ha sido asignada a uno o más elementos de configuración del sistema. Esta revisión establece una línea base (sistemas hardware, software y soporte) y arquitecturas subyacentes para asegurar que el sistema bajo revisión cuenta con expectativas razonables de satisfacer los requisitos dentro del presupuesto y planificación establecidos.

Para sistemas complejos, se puede optar por conducir una PDR incrementalmente. Estas revisiones incrementales concluyen en una PDR general a nivel de sistema. Es importante tener presente la necesidad de conformidad entre interfaces relacionadas recogidas en la documentación. Los requisitos de interfaz completan las especificaciones asignadas a cada elemento de configuración. Los subsistemas que han completado ya una PDR incremental pueden necesitar ser reabiertos si alguno de los subsistemas restantes no son capaces de alcanzar el funcionamiento deseado de forma aislada. Si el programa establece la toma de decisiones de diseño en paralelo, cualquier deficiencia en algún sistema puede obligar a la reapertura de diseños que provocará retrabajo y ajustes. Es importante clarificar y resolver los conflictos de diseño antes de completar el PDR final y proceder con el diseño detallado.

Tras la PDR, el diseño preliminar debe ser puesto bajo control de configuración formal, normalmente por el proveedor.

3.2.5.5. Revisión de diseño crítico (CDR)

El propósito de la revisión de diseño crítico es determinar la aceptabilidad y conformidad de los diseños detallados con respecto a lo recogido en las especificaciones de requisitos. Con esta revisión se pretende confirmar que el sistema puede pasar a ser desarrollado alcanzando los requisitos fijados, dentro del coste, planificación, riesgo y demás restricciones aplicables. Generalmente, esta revisión evalúa el diseño del sistema final en relación a lo recogido en las especificaciones del producto para cada elemento de

configuración del sistema (hardware y software), y asegura que cada elemento ha sido incluido apropiadamente en la documentación de diseño detallada para su posterior implementación.

Para sistemas complejos, puede que sea preciso llevar a cabo múltiples CDRs para elementos de configuración clave y/o a nivel de subsistema, de forma análoga a las PDR incrementales, culminando todos ellos en un CDR a nivel de sistema.

En este tipo de revisiones también se trata de establecer la compatibilidad del diseño detallado entre elementos, y de estos con el resto de equipamientos, programas, instalaciones, etc., así como de evaluar potenciales áreas de riesgo.

El CDR es un punto clave dentro de la fase de diseño. Éste finaliza la mitigación de riesgos técnicos y alternativas de enfoque de diseño para el diseño detallado del sistema. Todo riesgo técnico debe quedar reducido a niveles aceptables.

El resultado del conjunto de diseños y especificaciones detalladas, una vez aprobadas, establecen una línea base de productos inicial. Una vez que la línea base queda fijada, las oportunidades para mejorar el desempeño o reducir los costes del ciclo de vida quedan ostensiblemente limitadas. Los cambios de equipamiento, logísticos, interoperabilidad, funcionamiento, etc. deben ser cursados a través de propuestas formales de cambios.

3.2.5.6. Revisión de preparación para pruebas (TRR)

La revisión de preparación para pruebas se lleva a cabo con el propósito de comprobar que el sistema o subsistema en revisión está preparado para proceder con las pruebas formales. Típicamente es llevada a cabo después de la CDR.

En esta revisión se evalúan los objetivos de las pruebas; los métodos y procedimientos, determinándose la completitud de los mismos y su conformidad con los planes de pruebas y descripciones; el alcance de las pruebas; y se confirma que los recursos requeridos para su ejecución han sido adecuadamente identificados y coordinados para dar soporte a las pruebas planificadas. Adicionalmente, se verifica la trazabilidad de las pruebas planteadas con los requisitos y necesidades de usuario. El TRR también evalúa el sistema bajo revisión en relación con la madurez del desarrollo, efectividad de costes, plazos y riesgos en la determinación de su disposición para proceder con las pruebas formales.

Esta revisión, aunque se usa principalmente para verificar la disposición del sistema para proceder con las pruebas a nivel de sistema, también puede llevarse a cabo como soporte a las distintas pruebas a lo largo del proyecto de adquisición, incluyendo la prueba en un contexto de sistema de sistemas.

El jefe de proyecto y el equipo de pruebas deberían adaptar este tipo de revisiones a la fase específica de la adquisición, las pruebas concretas planeadas y el nivel de riesgo identificado. El alcance de la revisión debe estar directamente relacionado con el nivel de riesgo asociado a la ejecución de las pruebas planteadas y a la importancia de los resultados de la evaluación para el éxito general del proyecto. Dado que el nivel de riesgo

asociado varía a medida que el sistema avanza en las pruebas, las pruebas tempranas a nivel de componente pueden no requerir el mismo alcance o grado de revisión que las pruebas a nivel de sistema final.

Estas revisiones deberían permitir dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿por qué son necesarias las pruebas en cuestión?, ¿cuál es el propósito de dichas pruebas?, ¿las pruebas planteadas permiten verificar un requisito que es directamente trazable a las especificaciones del sistema u otro requisito de programa?, ¿es la configuración del sistema bajo pruebas suficientemente madura, definida y representativa para lograr los objetivos de las pruebas?, ¿se está preparado para comenzar las pruebas?, ¿todas las pruebas preliminares planeadas, informales, funcionales, unitarias, de subsistemas, sistemas, han sido llevadas a cabo y con resultados satisfactorios?, ¿cuál es el resultado esperado y cómo pueden afectar los resultados de la evaluación al programa?, ¿se dispone de los recursos adecuados para ejecutar las pruebas (personal, instalaciones, sistemas de datos, equipamiento de soporte, etc.), ¿cuáles son los riesgos asociados a las pruebas y como están siendo mitigados?, ¿se dispone de plan de repliegue o retorno en caso de que surja algún obstáculo o problema durante las pruebas?

Los criterios típicos de éxito incluyen lo siguiente: planes de prueba para el sistema en desarrollo completados y aprobados; identificación y coordinación de los recursos requeridos completada; evaluación positiva de que los resultados de pruebas previas sobre componentes, subsistemas o sistemas forman una base satisfactoria para proceder con las pruebas en cuestión; identificación del nivel de riesgo aceptable; etc.

La TRR es crítica para la evaluación del sistema, ya que asegura que las pruebas van a ser conducidas adecuadamente al determinar que el sistema está preparado para las mismas. Este paso marca el inicio de las pruebas formales.

3.2.5.7. Auditoría de configuración funcional (FCA)

En la auditoría de configuración funcional se reexaminan y verifican las necesidades del cliente y la relación entre estas necesidades y las descripciones del funcionamiento técnico del sistema y subsistema. Se trata de una evaluación formal de las características probadas de un elemento de configuración con el objetivo de verificar que su funcionamiento es conforme a los requisitos de diseño e interfaz de la línea base funcional, que en el caso del sistema global, serían las especificaciones de funcionamiento del sistema.

La FCA verifica que el sistema en desarrollo es capaz de cumplir todos los requisitos establecidos en las especificaciones, que los planes de prueba asociados y documentos relacionados han sido probados y que el elemento ha pasado las correspondientes pruebas o las acciones correctivas precisas han sido iniciadas. Es esencialmente, una revisión de los datos de pruebas/análisis del elemento de configuración, incluyendo resultados de las pruebas, para validar que la función propuesta o el comportamiento establecido en sus especificaciones son alcanzados.

3.2.5.8. Auditoría de configuración física (PCA)

La auditoría de configuración física se realiza para verificar que el software y su documentación son consistentes y están preparados para su entrega. Verifica que la documentación de diseño de un elemento de configuración se corresponde con el elemento según se especifica en el contrato.

Adicionalmente a la práctica de asegurar la verificación del producto, la PCA confirma que los procesos de desarrollo, sistema de control de calidad, equipamiento de medición y prueba y formación están planteados, supervisados y controlados adecuadamente. La PCA valida muchos de los procesos de soporte usados por el proveedor en el desarrollo del elemento.

La PCA formaliza la línea base del producto de forma que los cambios futuros solo pueden ser llevados a cabo a través de procedimientos de gestión de configuración formales. Fundamentalmente, verifica que el producto es consistente con el paquete de datos técnicos que describe la línea base del producto.

La PCA final confirma que las PCAs del subsistema y componente de configuración han sido completadas con éxito; todos los elementos necesarios han sido incluidos en la línea base; los cambios a las líneas base han sido completados; y las deficiencias en las pruebas han sido resueltas y los cambios apropiados implementados.

La PCA se considera completa cuando la documentación de diseño y desarrollo se corresponden con el elemento según lo especificado en el contrato.

3.2.5.9. Otras revisiones adicionales

Según el estándar IEEE Std. 730-2002 (*IEEE Standard for Software Quality Assurance Plans*) otras revisiones y auditorías a realizar pueden incluir:

- **Revisiones del plan de verificación y validación:** el objetivo de esta revisión es evaluar la adecuación y completitud de los métodos de validación y verificación descritos en el plan.
- **Auditorías en progreso:** se llevan a cabo sobre muestras de diseño con el propósito de verificar su consistencia, incluyendo lo siguiente: código frente a documentación de diseño; especificaciones de interfaces (hardware y software); implementaciones de diseño frente a requisitos funcionales; requisitos funcionales frente descripciones de pruebas.
- **Revisiones gerenciales/directivas:** son realizadas periódicamente para evaluar la ejecución de todas las acciones y elementos identificados en el plan de aseguramiento de calidad. Estas revisiones deben ser mantenidas por un elemento de la organización independiente de la unidad objeto de revisión o por terceros cualificados. Esta revisión puede requerir introducir cambios adicionales en el plan de aseguramiento de calidad.

- **Revisiones del plan de gestión de la configuración:** son efectuadas con el propósito de evaluar la adecuación y completitud de los métodos de gestión de la configuración definidos en el plan de gestión de la configuración.
- **Revisiones post-mortem:** se ejecutan al final del proyecto para evaluar la implementación de las actividades de desarrollo y proporcionar recomendaciones de acciones apropiadas.
- **Revisión de la documentación de usuario:** se lleva a cabo para evaluar la adecuación (ej. completitud, claridad, corrección, usabilidad) de la documentación de usuario. En este sentido, el estándar IEEE Std. 1063-2001 (*IEEE Standard for Software User Documentation*) proporciona una guía detallada de la estructura, contenido y presentación que debe contener la documentación de usuario.

Por otro lado, en el estándar IEEE Std.1012-2004 (*IEEE Standard for Software Verification and Validation*) se especifican otras tareas como análisis de criticidad, análisis de trazabilidad, análisis de riesgos o análisis de interfaces que también puede ser realizados por medio de revisiones, especialmente revisiones técnicas, inspecciones o *walk-throughs*.

3.2.5.10. Relación entre las revisiones recomendadas y los tipos de revisiones según estándares IEEE

A continuación, se incluye una tabla con una serie de revisiones recomendadas por los estándares IEEE Std. 730-2002 (*IEEE Standard for Software Quality Assurance Plans*) e IEEE Std. 1012-2004 (*IEEE Standard for Software Verification and Validation*) relacionándolas con los distintos tipos de revisiones propuestos en el estándar IEEE Std. 1028-2008 (*IEEE Standard for Software Reviews*), y ya comentadas en el apartado “3.2.3. Tipos de revisiones”:

Tabla 4. Revisiones recomendadas y tipo de revisiones según estándar IEEE

Estándar	Revisión	Tipo de revisión según IEEE. Std. 1028-2008
IEEE Std. 730-2002	Revisión de requisitos de software	Revisión técnica
	Revisión de diseño preliminar	Revisión técnica
	Revisión de diseño crítico	Revisión técnica
	Revisión del plan de validación y verificación	Revisión de gestión
	Auditoría funcional	Auditoría

	Auditoría física	Auditoría
	Auditoría en progreso	Auditoría
	Revisión directiva/gerencial	Revisión de gestión
	Revisión del plan de gestión de la configuración	Revisión de gestión
	Revisión post-mortem	Revisión de gestión, revisión técnica
	Revisión de documentación de usuario	Revisión técnica, inspección, <i>walk-through</i>
	Auditoría de aseguramiento de la calidad	Auditoría
IEEE Std. 1012-2004	Revisión dirección de V&V	Revisión de gestión
	Revisión de requisitos del sistema	Revisión técnica
	Verificación del contrato	Revisión de gestión, revisión técnica
	Evaluación de la documentación conceptual	Revisión técnica
	Evaluación de los requisitos	Revisión técnica, inspección, <i>walk-through</i>
	Evaluación de diseño	Revisión técnica, inspección, <i>walk-through</i>
	Evaluación del código fuente y de la documentación del código fuente	Revisión técnica, inspección, <i>walk-through</i>
	Auditoría de configuración de la instalación	Auditoría
Evaluación de procedimientos operativos	Revisión técnica, inspección, <i>walk-through</i>	

3.3. PASOS A SEGUIR PARA REVISAR SOLUCIONES TÉCNICAS

3.3.1. Determinar el esfuerzo de revisión requerido

Se debe determinar el esfuerzo de revisión necesario, tanto por parte del adquiridor como del proveedor, como parte del proyecto de adquisición.

El adquiridor debe especificar las revisiones requeridas y su distribución en la documentación contractual. El contrato debe especificar la duración, localización, contenido, gestión y asistentes para cada revisión. En base a estos requisitos, el proveedor puede estimar el coste y la planificación asociada a estas revisiones. Asimismo, el adquiridor puede llevar a cabo revisiones internas adicionales como parte de la gestión técnica de la adquisición para determinar de forma más profunda la adecuación técnica del producto. El adquiridor puede requerir la entrega de los resultados de las verificaciones realizadas por el proveedor.

Obviamente, el número de revisiones y su alcance depende de la complejidad y tamaño del sistema en cuestión. El riesgo técnico asociado al sistema también tiene un impacto en el número de revisiones a programar. Por ejemplo, un sistema que hace uso elevado o se apoya en equipamiento COTS (*Commercial Off The Shelf*) sin modificar puede considerarse de bajo riesgo en comparación con un proyecto de desarrollo puro. Probablemente se requieran menor número y menor rigor en las revisiones para un sistema basado en COTS que para un producto desarrollado. En caso de COTS adaptados, las revisiones técnicas se pueden ver limitadas en alcance para cubrir aquellas partes que hayan sido modificadas.

Por otro lado, frente a la evidencia de que las revisiones proporcionan garantías significativas del progreso técnico del sistema en desarrollo, estas revisiones conllevan tiempo y esfuerzo para planearlas, prepararlas y conducir las. Un conjunto completo de revisiones en un proyecto de gran envergadura puede representar una porción relevante dentro del tiempo y coste del proyecto. Es importante que el coste y beneficios asociados a las revisiones sean valorados detalladamente a la hora de establecer las revisiones a efectuar para asegurar que se lleva a cabo el nivel apropiado de revisión en el producto adquirido a desarrollar.

3.3.2. Seleccionar las soluciones técnicas para revisar

Se deben seleccionar las soluciones técnicas a analizar y los métodos de análisis a emplear.

Dependiendo de la parte del ciclo de vida en que se localizan los mayores riesgos, se deben analizar las soluciones técnicas del proveedor que permitan reducir dichos riesgos.

Los métodos de análisis deben ser seleccionados en base al tipo de solución técnica que se va a analizar.

Es conveniente tener en cuenta a la hora de seleccionar los productos de trabajo para ser sometidos a evaluación que estos deberían incluir los productos, componentes de productos

y productos de trabajo críticos y aquellos que proporcionen una mejor visión de las capacidades del proveedor. Adicionalmente, los productos de trabajo seleccionados deberían ser aquellos que permitieran asegurar que:

- Los requisitos derivados son trazables a los requisitos de alto nivel.
- La arquitectura es viable y satisfará el crecimiento futuro del producto y las necesidades de reutilización.
- La documentación es adecuada para operar y dar soporte al producto.
- Los productos de trabajo son consistentes entre sí.
- Los productos y componentes de producto están integrados.

Por ejemplo, en la fase de implementación de la solución técnica del proveedor, el adquiridor puede examinar el producto para determinar si está listo para su paso a producción y si el proveedor ha llevado a cabo adecuadamente la planificación de la producción. El análisis determinaría si la producción o los preparativos para la misma incurren en riesgos inaceptables que podrían comprometer los plazos, el rendimiento, los costes o cualquier otro objetivo fijado. El adquiridor podría también comprobar si se ha mantenido la trazabilidad de los requisitos contractuales con el producto final configurado. Otro aspecto conveniente a confirmar por parte del adquiridor, es que se haya desarrollado la documentación de usuario final necesaria y que esta esté alineada con la implementación probada. En este sentido, se puede pedir al proveedor que elabore versiones preliminares de la documentación de instalación, operación y mantenimiento en fases iniciales del proyecto para que el proveedor las pueda revisar de forma temprana.

Los pasos recomendables a seguir para llevar a cabo esta actividad son:

- Seleccionar criterios para determinar qué soluciones técnicas del proveedor analizar.
- Identificar soluciones técnicas del proveedor para el análisis de acuerdo a los criterios anteriores. En los apartados “2.2.3.1.6. Relación tipos de revisiones y productos objeto de revisión” y “2.2.5. Revisiones a llevar a cabo dentro del ciclo de adquisición” se describen posibles soluciones técnicas a revisar. Algunos ejemplos de soluciones técnicas típicamente analizadas son: descripciones de interfaz de productos, productos y componentes de productos, manuales de operaciones, planes de formación, etc.
- Identificar los requisitos que debe satisfacer cada solución técnica seleccionada para el análisis. Para ello puede ser útil recurrir a una matriz de trazabilidad que relacione los requisitos con los productos de trabajo.
- Identificar los métodos de análisis a usar para cada solución técnica seleccionada. Algunos ejemplos de técnicas de análisis incluyen simulaciones, prototipos de arquitectura y demostraciones.

Es conveniente que en el acuerdo con el proveedor se recojan aspectos como: lista de entregables y productos de trabajo que deben ser verificados por el proveedor; estándares, procedimientos, métodos y herramientas a aplicar; criterios de verificación de los productos de trabajo del proveedor; medidas a recoger y proporcionar por el proveedor en relación a las actividades de verificación y resultados de las revisiones del proveedor y acciones correctivas a llevar a cabo.

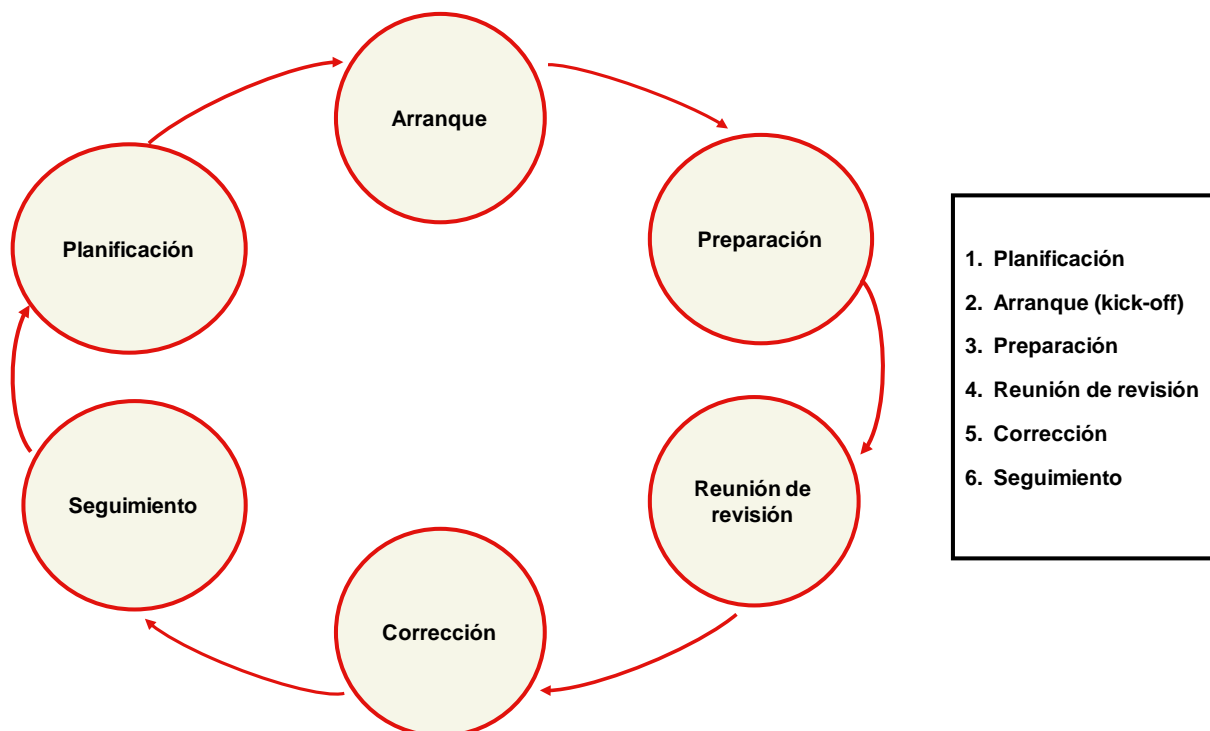
3.3.3. Realizar revisiones

Se deben realizar las revisiones definidas en el acuerdo con el proveedor y según lo especificado en el mismo.

A continuación se profundiza en los pasos o fases genéricas para realizar una revisión, si bien, como ya se vio en el apartado “3.2.3 Tipos de revisiones”, según el tipo de revisión puede que no sea preciso llevar a cabo todos estos pasos o puede variar el nivel de rigor y exhaustividad requerido para su ejecución.

Las revisiones formales siguen un proceso bien definido y estructurado, de forma general, en 6 etapas:

Figura 8. Fases de una revisión formal



3.3.3.1. Planificación

El objetivo de la planificación es organizar y preparar el proceso de revisión. Típicamente, esto implica preparar los materiales para la revisión y los procedimientos para la misma, programar la reunión, seleccionar los participantes apropiados y asignar los roles necesarios.

El moderador es el responsable de la programación de la revisión, es decir, se encarga de decidir fecha, hora, lugar y los asistentes de la revisión.

Es importante reflejar las revisiones en el plan de proyecto para reservar tiempo suficiente para realizar actividades de revisión y de retrabajo.

En las revisiones formales, por ejemplo las inspecciones, el moderador siempre hace una validación de entrada y define un criterio de salida. La validación de entrada asegura que no se va a perder tiempo realizando una revisión de un producto o solución que no está listo para revisión. Un producto que contenga muchos errores claramente no está listo para formar parte del proceso de revisión formal. Algunos criterios de entrada para llevar a cabo una validación de entrada son:

- La validación de una muestra de un producto no debe revelar la mayoría de los defectos.
- El documento habrá sido corregido aplicando validaciones automáticas.
- Las referencias necesarias para las inspecciones son estables y están disponibles.
- El autor está preparado para unirse al equipo de revisión y poder confiar en la calidad del producto a revisar.

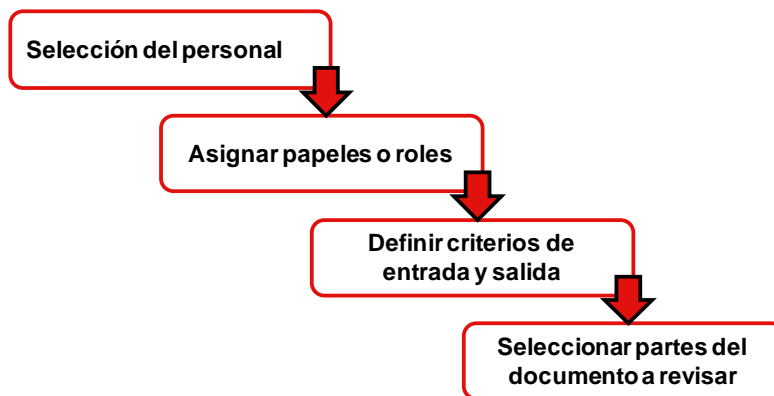
Si el producto pasa la validación de entrada, el moderador y el autor deciden qué partes del mismo revisar, en función, entre otros aspectos, del objetivo de la revisión, el tipo de revisión, el tipo de producto a revisar y el conocimiento extraído de la experiencia de la organización. Por ejemplo, en un documento cuyo tamaño se valora por su número de páginas, en una revisión el máximo número de páginas a revisar es normalmente entre 10 y 20, mientras que en una inspección formal este es más reducido, aproximadamente de 1 o 2 páginas con el objetivo de poder examinar el documento en profundidad y encontrar los defectos que no son obvios.

Después de establecer el tamaño o las partes del producto que se va a revisar, es decir, el alcance de la revisión, el moderador determina, con la ayuda del autor, la composición del equipo de revisión. El equipo normalmente consta de 4 a 6 participantes, incluyendo al moderador y al autor, si bien, depende en gran medida del tipo de revisión a efectuar. Para mejorar la efectividad de la revisión, se asignan distintos papeles a cada participante. Estos papeles ayudan a los revisores a centrarse en tipos particulares de defectos durante la

validación reduciendo así la probabilidad de que distintos revisores encuentren el mismo defecto. El moderador asigna los papeles a los revisores.

El moderador también puede desempeñar un papel dentro de la revisión, aparte del suyo propio. De esta forma, el moderador tendrá un mejor entendimiento del producto y mejorará su habilidad para dirigir la revisión. Además, se mejorará la eficiencia de la revisión ya que el moderador está reemplazando a un ingeniero que puede continuar con su trabajo.

Figura 9. Actividades de la fase de planificación de una revisión



3.3.3.2. Arranque

Un paso opcional en un proceso de revisión es una reunión de arranque, cuyo objetivo es que todo el mundo tenga la misma visión sobre el producto bajo revisión, así como asignar el tiempo que se invertirá en la validación del mismo. También se puede utilizar para dar a conocer el resultado de la validación de entrada y definir el criterio de salida.

En general, realizar una reunión de arranque es muy recomendable, ya que tiene un efecto positivo en la motivación de los revisores y en la efectividad del proceso de la revisión. Hay autores que no lo consideran necesario para todos los productos, especialmente en el caso de revisiones de código, ya que esto supone un incremento en el tiempo y esfuerzo de la revisión y, por ello, reduce los beneficios que puede aportar, esta reunión sólo debería llevarse a cabo cuando los beneficios lo justifiquen. Cuando el producto es complejo y difícil de entender, entonces una reunión de este tipo puede ser útil.

Durante la reunión de arranque, los revisores reciben una corta introducción sobre los objetivos de la revisión y sobre los documentos. Se explica la relación entre los productos a revisar y el resto de documentos, especialmente si el número de documentos relacionados es alto. También se tratan temas tales como la asignación de roles, los procedimientos de revisión y otras posibles cuestiones relacionadas (distribución del documento bajo revisión, fuentes del documento, documentación relacionada...).

3.3.3.3. Preparación

Los participantes trabajan de forma individual sobre el producto en revisión, usando documentos relacionados, procedimientos, reglas y listas de validación. Cada individuo identifica defectos, cuestiones y comentarios en función del rol que tiene asignado.

Todas las actividades de la revisión han de ser registradas preferentemente en formularios. Durante esta fase pueden usarse listas de control para hacer las revisiones más efectivas y eficientes, por ejemplo, una lista basada en las perspectivas del usuario, el técnico de pruebas, el técnico de mantenimiento, o listas de control para los problemas típicos de codificación.

3.3.3.4. Reunión de la revisión

Los objetivos de una reunión de grupo son encontrar defectos.

Fagan [4] señaló que las reuniones de grupo cuentan con un efecto de sinergia que resulta en una contribución colectiva más allá que la mera combinación de las aportaciones individuales. Fagan se refirió a este tipo de efecto como *phantom*, otros estudios más recientes encuentran que este efecto sinérgico en las reuniones de grupo es relativamente bajo y las investigaciones sugieren que la experiencia y conocimientos de los participantes, tanto en el área como en revisiones de software, son los que mejoran los resultados de las revisiones.

El principal problema de estas reuniones es su coste relativamente elevado. Éste procede principalmente del tiempo invertido, aunque también incluye las dificultades asociadas con su programación y gestión. Las revisiones de grupo suponen aproximadamente el 10% del tiempo de desarrollo.

La reunión consiste, normalmente, en los siguientes elementos:

- Fase de registro
- Fase de discusión
- Fase de decisión

3.3.3.4.1. Fase de registro

En esta primera fase, los defectos identificados durante la preparación son mencionados uno a uno, revisor tras revisor, y son registrados por el documentador, rol que puede ser asumido por el propio autor.

Para asegurar la eficiencia en el proceso de la reunión no debería haber discusiones durante esta primera fase. Si hay algún tema que necesita ser discutido, se registra y se trata en la fase de discusión.

La valoración de la severidad de los defectos encontrados debería proponerse por la persona que los encuentra, y tanto la severidad como el defecto han de ser registrados. Las clases de severidad pueden ser:

- Crítica: Los defectos causarán grandes daños. El alcance e impacto del defecto va más allá del producto bajo revisión.
- Mayor: Los defectos podrían causar grandes efectos negativos, por ejemplo, un fallo en el diseño puede resultar en un error en la implementación.
- Menor: No es probable que los defectos causen mucho daño. Por ejemplo, podría ocurrir que no se cumpla con los estándares o las plantillas.

Los errores de escritura no son parte de la clasificación de defectos, simplemente son anotados por los participantes y entregados al autor al final de la reunión.

El objetivo de la fase de registro es registrar tantos fallos como sean posibles en un marco de tiempo determinado.

3.3.3.4.2. Fase de discusión

En esta fase se tratarán los temas clasificados como 'temas de discusión'. Las revisiones informales normalmente no tendrán fase de registro, empezarán directamente con la fase de discusión. En esta fase, los participantes pueden tomar parte en la discusión mediante comentarios y razonamientos. El moderador es el encargado, entre otras cosas, de evitar que las discusiones se vean afectadas por temas personales, reformular comentarios (si fuese necesario) y establecer descansos para calmar discusiones acaloradas entre participantes.

Una de las funciones más importantes del moderador en esta fase es asegurarse que se llega a un resultado tras la discusión.

3.3.3.4.3. Fase de decisión

Al final de la reunión, se tomará una decisión sobre el producto basándose en un criterio formal de salida. Un criterio de salida para un documento podría ser el número medio de defectos encontrados por página, si este número excede cierto nivel, o en general, el producto no cumple el criterio de salida, el documento o producto deberá ser revisado de nuevo.

Establecer un acuerdo acerca del criterio del nivel de salida, de forma cuantificable, ayudará al moderador a tomar decisiones firmes.

Si el producto cumple los criterios de salida, será validado durante la fase de seguimiento (que se tratará más adelante) por el moderador o por uno o más participantes de la revisión.

Los resultados de la revisión pueden hacer necesario introducir cambios en el acuerdo con el proveedor.

3.3.3.5. Corrección

Es la fase de la revisión en que el autor resuelve los problemas y corrige los defectos identificados. En función de los defectos detectados, el autor mejorará el producto bajo revisión. No todos los defectos necesitan corrección. Es responsabilidad del autor juzgar si un defecto tiene que ser o no arreglado. Aunque no se tome ninguna medida correctora sobre un defecto, éste debería ser registrado para informar que el autor tiene conocimiento de dicho defecto.

Es importante para la fase de seguimiento que los cambios realizados sobre el producto sean fáciles de identificar, para ello, y si fuese posible, puede usarse un control de cambios, por ejemplo.

3.3.3.6. Seguimiento

Su objetivo es validar la calidad de las correcciones.

En esta fase el moderador decide si se requieren revisiones posteriores. El moderador es el responsable de asegurar que se han tomado acciones sobre los defectos registrados, sugerencias de mejora de procesos, y solicitudes de cambio. Aunque el moderador se asegura de que el autor ha tomado acciones sobre todos los defectos conocidos, no es necesario que valide todas sus correcciones en detalle. Para revisiones más formales, el moderador además validará la conformidad del criterio de salida.

Con el objetivo de controlar y optimizar el proceso de revisión, el moderador recogerá una serie de mediciones en cada paso del proceso tales como el número de defectos encontrados, el tiempo invertido, el esfuerzo en realizar la revisión, etc. Es responsabilidad del moderador asegurarse de que la información es correcta y almacenada para un futuro análisis.

A continuación, se incluye un ejemplo de lista de comprobación para verificar si se ha realizado una reunión de inspección de forma efectiva.

Tabla 5. Ejemplo de lista de comprobación para una inspección

Lista de comprobación para inspección
¿Se disponen de listas de comprobación para centrar la atención del revisor en las áreas que hayan tenido problemas en el pasado?
¿El énfasis se fija en la detección de defectos más que en la corrección?
¿Los inspectores o revisores cuentan con tiempo suficiente para prepararla antes de que tenga lugar la reunión de revisión y está cada uno preparado adecuadamente?
¿Tiene cada participante un rol asignado a llevar a cabo durante la misma?
¿Está la reunión limitada a 2 horas?
¿El moderador ha recibido formación específica para conducir revisiones?
¿Se recogen datos en cada revisión sobre los tipos de errores encontrados de forma que se pueden adaptar futuras <i>checklists</i> para la organización?
¿Se toman datos sobre medidas de preparación e inspección de forma que se pueda optimizar su realización en un futuro?
¿Se realiza un seguimiento de los elementos de acción de la revisión, bien personalmente por el moderador o bien mediante una reinspección?
¿Comprenden y aceptan los gestores las razones y conveniencia para no estar presentes en las reuniones de inspecciones?

3.3.4. Recomendaciones y factores de éxito

- Un programa de implementación de revisiones debería ser ejecutado en fases. Al principio, se introduce un tipo de revisiones para un propósito determinado. Por ejemplo, se puede comenzar con inspecciones de código, dado que su propósito y finalidad es fácilmente comprensible y proporcionan beneficios visibles de forma sencilla y rápida. Posteriormente, se puede seguir con otros tipos de revisiones para propósitos distintos. Un programa para introducir revisiones en un proyecto podría consistir de las siguientes etapas:

1. Inspecciones o *walk-throughs* de especificaciones de requisitos, descripciones de diseño, código fuente y documentación de usuario para verificar los principales productos de trabajo.
 2. Auditorías para propósitos de aseguramiento de calidad, establecer conformidad con regulaciones, estándares, planes o procedimientos.
 3. Revisiones de gestión para la evaluación de procesos, planes con el objetivo de monitorizar el progreso, evaluar la efectividad de los propósitos de gestión, planear acciones correctivas, etc.
- Para adquiridores de pequeño tamaño los *walk-throughs* son más recomendables que las inspecciones, simplemente, porque se requieren menos miembros en el equipo para llevarlas a cabo, y porque no se precisa tanta formación para implementarlas. En otros casos, las inspecciones son más aconsejables porque proporcionan mayores beneficios.
 - El esfuerzo requerido para la ejecución de revisiones formales no debe ser subestimado y deben contemplarse las revisiones como parte de las actividades diarias, plasmando en el plan del proyecto las horas invertidas en este proceso. Los ingenieros involucrados en las revisiones han de ser informados de la planificación con suficiente antelación para prepararse. Es conveniente hacer un seguimiento del tiempo invertido ya que ayudará a estimar y planificar revisiones futuras. También es importante gestionar las revisiones.
 - Es importante proporcionar formación sobre las técnicas de revisión, especialmente sobre las técnicas más formales como las inspecciones. Aunque el proceso de revisión puede parecer sencillo, su puesta en práctica puede resultar algo más compleja. Un programa formativo efectivo debería incluir ejercicios prácticos para la conducción de revisiones con materiales de ejemplo. También es recomendable impartir formación especial a los moderadores dada la relevancia de su papel dentro del proceso de revisión.
 - Los aspectos psicológicos también deberían ser un tema importante de formación, de tal forma que la revisión sea una experiencia constructiva para el autor. Las revisiones tratan de evaluar la documentación o productos elaborados por alguna persona/s dentro del proyecto. Algunas revisiones tienden a ser demasiado personales cuando no están bien gestionadas por el moderador. Durante las revisiones, los defectos deberían ser tratados de forma objetiva.
 - Cada revisión debería tener un objetivo claramente definido y previamente acordado, y una persona que asegurase que el objetivo se cumple. Esta persona necesitará tener experiencia, entusiasmo y pensamiento crítico para guiar a los moderadores y al resto de los participantes. Su autoridad debería ser reconocida dentro de la organización.

- Es importante seleccionar el tipo correcto de revisión que encaje con el objetivo definido, no revisar todo mediante inspecciones. En función del riesgo que el producto tenga asociado, puede darse el caso de que simplemente necesite una revisión informal.
- Seleccionar cuidadosamente los productos de un proyecto para ser sometidos a revisión siguiendo unos criterios que pueden ser relevancia, riesgo asociado, etc. Revisar los documentos más críticos, como los relacionados con los requisitos o la arquitectura del producto, beneficiará el proceso de revisión del proyecto. Todas las horas invertidas en realizar revisiones, tendrán un claro y alto retorno de inversión.
- Programar adecuadamente las revisiones es también muy importante. Las revisiones efectuadas demasiado temprano en el proceso de diseño pueden no ser capaces de determinar la adecuación técnica del diseño porque éste no es suficientemente maduro y está sometido a cambios. Por otro lado, las revisiones realizadas demasiado tarde pueden implicar una pérdida de oportunidad de evitar rectificaciones con los consiguientes consumos de coste y tiempo. Es útil también vincular las revisiones a hitos clave.
- Es recomendable el uso de métricas y medidas en las revisiones, ya que proporcionan un medio cuantitativo de evaluar los productos de trabajo y los procesos. Estas métricas pueden ser usadas para identificar partes o aspectos de los productos de trabajo que deberían ser sometidos a revisión. Las métricas de producto suelen ser usadas en conjunción con las revisiones técnicas, inspecciones y *walk-throughs*, mientras que las métricas de proceso están más enfocadas hacia revisiones de gestión y auditorías. Por ejemplo, la medida de complejidad ciclométrica, puede ser considerada durante una inspección de código o puede ser usada como desencadenante de inspecciones de código de módulos con un nivel de complejidad inusualmente alto. Otro ejemplo puede ser la medida de horas para la detección de defectos importantes. Ésta puede ser usada en las revisiones de gestión para evaluar la eficiencia de los procesos de inspección de código y diseño.
- Hacer que el proceso sea tan formal como la propia cultura del proyecto y el nivel de madurez permitan, sin llegar a ser demasiado teórico o detallado. Seguir las reglas y buenas prácticas validadas puede aportar muchos beneficios. Las listas de control y los papeles o roles tienden a aumentar la efectividad de la identificación de defectos.
- Es conveniente disponer de plantillas, ya sean electrónicas o bien en papel, para cada tipo de informe de revisión de forma que sean fácilmente accesibles. Estas plantillas pueden mantenerse en una BB.DD. o estar publicadas en la intranet de la organización.
- La motivación es clave. La mejora continua del proceso y las herramientas basadas en las ideas o propuestas por los participantes ayudan a mantener la motivación de los involucrados.

- Concienciar sobre la utilidad de las revisiones es también importante. Para ello, es fundamental informar de los resultados y beneficios obtenidos del proceso de revisión tan pronto como sea posible, y discutir las consecuencias de no encontrar los defectos en etapas tempranas. Debe realizarse un seguimiento de los costes, y los beneficios, deberían, al igual que los costes, cuantificarse.

4. GESTIONAR INTERFACES

Muchos problemas de integración y transición provienen de aspectos no controlados o desconocidos relacionados tanto con las interfaces internas como externas. Una gestión efectiva de los requisitos, especificaciones y diseños de interfaz ayuda a lograr una implementación de las mismas completa y compatible.

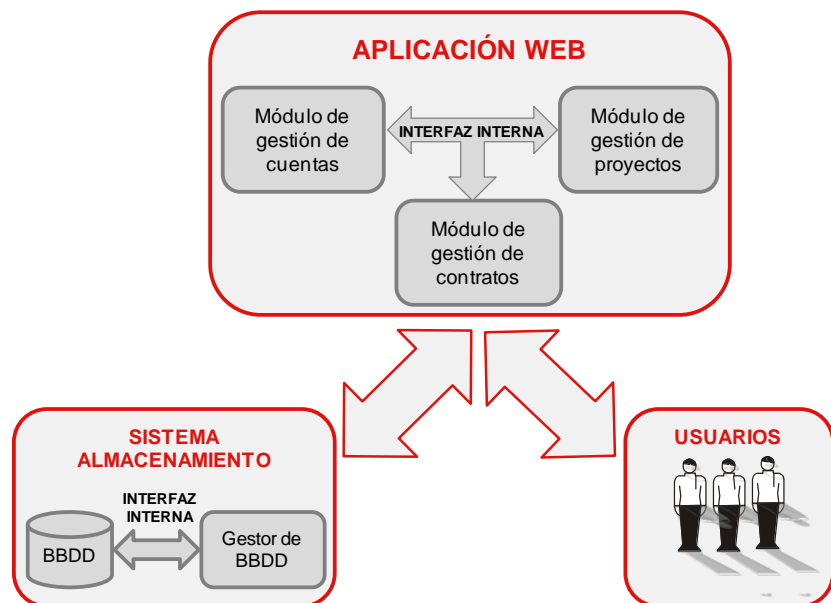
El proveedor es el responsable de gestionar las interfaces del producto o servicio en desarrollo aunque el adquiridor identifica aquellas interfaces, especialmente las externas, que también gestionará.

4.1. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR INTERFACES?

Se entiende por interfaces aquellos vínculos o conexiones ya sea con sistemas, personas, procesos o componentes del propio sistema con los que interactúa el sistema o solución.

Desde una perspectiva de producto, las interfaces pueden categorizarse en dos tipos: internas y externas. Las **interfaces internas** hacen referencia a los límites entre los propios componentes de producto y definen las interacciones entre los componentes del sistema. Las **interfaces externas** vienen marcadas por los límites del propio producto y del resto de aspectos externos que puedan influir sobre él y definen las interacciones entre el sistema y todos los elementos fuera del mismo con los que interactúa.

Figura 10. Ejemplo de interfaces de un sistema



4.2. PASOS A SEGUIR PARA GESTIONAR INTERFACES

4.2.1. Seleccionar interfaces a gestionar

Las interfaces a considerar de cara a su gestión son todas aquellas con productos y servicios del entorno de producción, así como de los entornos de verificación y validación y los servicios que dan soporte a dichos entornos. El adquiridor debe revisar todos los datos de las interfaces del proveedor para garantizar la completa cobertura de todas las interfaces, es decir, que se tienen en cuenta todas las interfaces existentes, a la hora de hacer la selección de aquellas interfaces a gestionar.

Los pasos recomendables a seguir para llevar a cabo esta actividad son:

- Seleccionar los criterios a usar para determinar qué interfaces debe gestionar el adquiridor.
- Identificar las interfaces que son candidatas para ser gestionadas por el adquiridor. Ejemplos de interfaces objeto de gestión por parte del adquiridor incluyen los siguientes: interfaces que abarcan o se extienden sobre las fronteras de la organización, interfaces con misión crítica, interfaces difíciles o complejas de gestionar, interfaces con impacto en múltiples proyectos de adquisición, etc.
- Revisar las interfaces identificadas en base a los criterios establecidos para la selección de interfaces.
- Incluir las interfaces gestionadas por el adquiridor dentro del plan de proyecto.

4.2.2. Gestionar interfaces seleccionadas

La gestión de interfaces asegura la definición y conformidad de las interfaces con los elementos que componen el sistema, así como con otros sistemas con los cuales el sistema o elementos del mismo interactuarán. La gestión y control de interfaces garantiza que los cambios de requisitos tanto de las interfaces externas como de las internas son documentados adecuadamente de acuerdo a lo especificado en el plan de gestión de configuración y que dichos cambios son reflejados y transmitidos a todos los elementos de configuración afectados. La gestión de interfaces se ocupa de:

- Definir y establecer especificaciones de interfaz. El refinamiento de las interfaces se logra a través de iteraciones. A medida que se avanza en las fases de diseño, se van definiendo y refinando los requisitos de bajo nivel y las interfaces.
- Mantener la consistencia de las interfaces a lo largo del ciclo de vida del producto y resolver los conflictos, disconformidades y cambios que puedan surgir.
- Asegurar la conformidad de interfaces entre elementos de configuración que forman parte del sistema o del sistema de sistemas.

- Monitorizar la viabilidad e integridad de interfaces dentro de un sistema.
- Establecer un plan de gestión de interfaces para evaluar la existencia y aparición de estándares y perfiles de interfaces, actualizar interfaces y abandonar arquitecturas obsoletas. Un **plan de gestión de interfaces** es parte de un plan de gestión de configuración que documenta las interfaces internas y externas de un sistema y sus especificaciones de requisitos.
- Identificar estándares de interfaces aplicables.
- Proporcionar justificación para la selección y procedimientos de actualización de estándares de interfaces
- Documentar y mantener accesibles los cambios en las interfaces.
- Describir las certificaciones y pruebas aplicables a cada interfaz.

En muchos casos, el sistema a adquirir va a formar parte de un sistema ya existente, por lo que la compatibilidad con dicho sistema impondrá restricciones para asegurar la interoperabilidad.

La gestión de interfaces es un aspecto crítico, especialmente en sistemas complejos y de naturaleza dinámica, así como en un sistema dentro de un entorno de sistemas.

Los pasos recomendables a seguir para llevar a cabo esta actividad son:

- Revisar y analizar diseños y definiciones de las interfaces seleccionadas, confirmando que las descripciones de interfaz se adhieren a los requisitos asignados. Esto implica revisar todos los vínculos o enlaces con sistemas, procesos, usuarios, etc. relacionados con las interfaces seleccionadas de la solución a adquirir. Este análisis va a permitir identificar interfaces en caso de que alguna no haya sido detectada previamente, determinar regulaciones y estándares relativos a interfaces, proporcionar requisitos no identificados y detectar áreas de riesgo para el proyecto.
- Adicionalmente, la adecuación de las descripciones de interfaces debe ser revisada periódicamente. Una vez establecidas las descripciones de interfaces, éstas deben ser revisadas periódicamente para asegurar que no existe desviación entre las descripciones y los productos desarrollados, procesados, producidos o adquiridos. Las descripciones de interfaz deberían ser revisadas con los participantes relevantes para evitar interpretaciones erróneas, reducir retrasos y prevenir el desarrollo de interfaces que no funcionan apropiadamente.
- Confirmar la compatibilidad de las interfaces seleccionadas a lo largo de la vida del producto. Esto implica confirmar que las descripciones se adhieren a los estándares aplicables, criterios y requisitos de interfaz entre los productos del proveedor y del adquiridor.

- Verificar que las interfaces han sido validadas suficientemente por el proveedor.
- Verificar que los problemas identificados durante las pruebas han sido resueltos apropiadamente, con revisiones de producto, si así se estima necesario.
- Resolver conflictos, disconformidades y cambios en las interfaces seleccionadas.

Las interfaces se definen gradualmente en niveles incrementales de detalle a medida que progresa el diseño desde el diseño conceptual, a través del diseño preliminar, el diseño detallado y el desarrollo. Los equipos de diseño de diferentes áreas que interactúen y, por tanto, entre los que exista un interfaz, deben trabajar como un equipo en la definición y diseño conjunto de la interfaz. Estos equipos se deben reunir regularmente para generar la definición inicial y periódicamente o cuando surja la necesidad para tratar las cuestiones que se vayan planteando. Estas reuniones y revisiones pueden ser informales, pero los productos de estas reuniones son cuestiones y decisiones que pueden implicar la actualización de los diseños de interfaces formales. Estos diseños y descripciones deben ser revisados formalmente por el adquiridor como parte de las revisiones técnicas y auditorías.

4.2.3. Recomendaciones y factores de éxito

- Comenzar la gestión de interfaces de producto y componentes de producto de forma lo más temprana posible dentro del desarrollo del producto a adquirir.
- Formar a los miembros del equipo de trabajo sobre gestión de interfaces.
- Definir e implantar procesos que controlen los cambios en las interfaces. Los cambios de interfaz deben ser documentados, mantenidos y fácilmente accesibles. Puede ser útil mantener un repositorio para los datos de interfaz accesible para los participantes del proyecto. Este repositorio proporciona un mecanismo para asegurar que todos conocen dónde residen los datos actuales de la interfaz y pueden acceder a ellos para su uso.
- Mantener una comunicación clara sobre los cambios en las interfaces. Puede ser útil adquirir y usar herramientas para hacer un seguimiento de los cambios en las interfaces.
- Planificar con visión de futuro para intentar minimizar los futuros cambios en interfaces.

4.2.4. Técnicas y herramientas

A continuación se describen brevemente algunas herramientas que pueden ser útiles para la gestión de interfaces permitiendo la detección y resolución de conflictos y disconformidades en las interfaces.

4.2.4.1. Prototipos

Un prototipo es una representación limitada o instancia preliminar de un producto, servicio o componente de producto que permite a las partes responsables de su creación experimentar, probarlo en situaciones reales y explorar su uso.

Este modelo (físico, electrónico, digital, analítico, etc.) puede ser usado para, entre otros, los siguientes propósitos: evaluar la viabilidad de una tecnología nueva o desconocida, evaluar o mitigar riesgos técnicos, validar requisitos, demostración de características o funcionalidades críticas, cualificar un producto, servicio o proceso, caracterizar el rendimiento u otras funcionalidades del producto o servicio y aclarar o dilucidar principios físicos. Adicionalmente, el uso de prototipos como parte de la gestión técnica permite ver cómo el sistema interactuará con otros sistemas y así gestionar las interfaces.

Se pueden distinguir dos aproximaciones para construir prototipos:

- Prototipos de alta fidelidad que usan herramientas de software especializadas.
- Prototipos de baja fidelidad en los que se usa papel y bolígrafo o cualquier otro medio familiar.

4.2.4.2. Simulaciones

Las simulaciones son usadas para comprender los sistemas TI complejos, aquellos que implican tecnologías nuevas, embebidos o que incluyen interfaces múltiples o complejas. Un modelo es una representación física, matemática o lógica de un sistema. Una simulación puede definirse como la implementación de una solución software de un modelo a través del tiempo dentro del contexto de un escenario. El uso de modelos, incluyendo emuladores, prototipos, simuladores y estimuladores sirve de base para la toma de decisiones técnicas y directivas.

El modelado y simulación son un modo adecuado para comprender un sistema, desarrollar una propuesta de solución que satisfaga los requisitos establecidos y gestionar las interfaces de dicho sistema.

En cualquier caso, es importante recordar que los modelos y simulaciones pueden ser muy útiles, pero no son reales. Los modelos pueden estar excesivamente simplificados e incluso no tener en cuenta las condiciones de riesgo reales que estarán presentes. Es importante no basarse exclusivamente en el escenario óptimo para el diseño de estos modelos. No hay que olvidar a la hora de hacer uso de modelos, qué es lo que el modelo deja fuera y cuál es la “brecha” entre el modelo y la realidad.

4.2.4.3. Demostraciones tecnológicas

Las demostraciones tecnológicas son usadas principalmente con software. Hay algunos elementos de hardware que pueden ser sometidos a demostraciones, pero son menos frecuentes.

Es importante que el uso y tratamiento de demostraciones sea hecho con prudencia. Las demostraciones son llevadas a cabo en condiciones muy controladas y, por ello, puede que el producto en el entorno real o bajo circunstancias reales no se comporte de la misma forma.

Las demostraciones pueden ser activas o pasivas. Cuando sea posible, son preferibles las primeras. En una demostración pasiva el adquiridor observa como el proveedor somete al producto a una serie de demostraciones planificadas previamente, lo cual, dependiendo del propósito de la misma, puede no ser siempre lo más conveniente. En cualquier caso, es importante que tanto el proveedor como el adquiridor tengan una idea clara de los requisitos y expectativas de la misma, previamente a la demostración. Asimismo, es conveniente tener presente que una demostración suele orientarse a mostrar las mejores características del producto, pero también puede ser realizada de forma que se traten de ocultar aspectos no tan atractivos y debilidades de la solución ofrecida.

5. GLOSARIO

- **Acción correctiva:** acción o acto usado para remediar una situación, eliminar un error o ajustar una condición.
- **Acuerdo con proveedor:** acuerdo documentado entre un adquiridor y un proveedor (contrato, licencia, memorándum de acuerdo, etc.).
- **Adquiridor:** parte que adquiere un producto o servicio de un proveedor.
- **Adquisición:** proceso de adquirir productos o servicios a través de acuerdos con proveedores.
- **Anomalía:** cualquier condición que se desvíe de lo esperado en base a las especificaciones de requisitos, documentos de diseño, documentos de usuario, estándares, etc. Los términos defecto, error o fallo son usados con frecuencia como sinónimo.
- **Auditoría:** examen independiente del producto, proceso o conjunto de procesos para evaluar el cumplimiento de especificaciones, estándares, acuerdos contractuales u otros criterios.
- **Autor:** rol dentro de un proceso de revisión que corresponde a aquella persona que ha creado el documento o producto bajo revisión.
- **Cliente:** parte (individual, proyecto o organización) responsable de aceptar el producto o la autorización de pagos. El cliente es externo al proyecto (excepto cuando se trata de equipos integrados) pero no necesariamente externo a la organización del proyecto.
- **Control de interfaz:** dentro de la gestión de configuración, el proceso de identificar todas las características funcionales y físicas relevantes de la interacción entre dos o más elementos de configuración procedentes de una o más organizaciones y asegurar que los cambios propuestos para estas características son evaluadas y aprobados previamente a su implantación.
- **Desarrollo de requisitos de la adquisición:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es analizar y desarrollar los requisitos contractuales y del cliente.
- **Documentador:** rol dentro de un proceso de revisión cuya misión es tomar nota de cada defecto mencionado durante la reunión y de cualquier sugerencia.
- **Elemento de configuración:** un agregado de productos de trabajo que es designado por la gestión de configuración y tratado como una entidad única en el proceso de gestión de configuración.

- **Gestión de requisitos:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es gestionar los requisitos de los productos y componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requisitos y los planes y productos de trabajo del proyecto.
- **Gestión de riesgos:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es identificar los problemas potenciales antes de que ocurran de forma que las actividades de tratamiento de riesgos puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto y, de esta forma, mitigar los impactos adversos en el alcance de los objetivos.
- **Gestión de la configuración:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo utilizando identificaciones de configuración, control de configuración, registros del estado de configuración y auditorías de configuración.
- **Gestión de acuerdos con proveedores:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es asegurar que el proveedor y el adquiridor actúan de acuerdo a los términos recogidos en el acuerdo entre ambos.
- **Inspección:** examen visual de un producto para detectar e identificar anomalías, incluyendo errores y desviaciones de estándares y especificaciones. Las inspecciones son exámenes entre pares conducidos por facilitadores imparciales cualificados en el manejo de técnicas de inspección.
- **Línea base:** conjunto de especificaciones o productos de trabajo que han sido formalmente revisados y acordados, y que sirve como base para desarrollos más profundos y que pueden ser modificados únicamente a través de procedimientos de cambio formales.
- **Meta:** componente del modelo CMMI® que describe las características que deben estar presentes para satisfacer el área de proceso.
- **Moderador:** rol dentro de un proceso de revisión que lleva asociadas responsabilidades y funciones como: dirigir el proceso de revisión, determinar el tipo de revisión y la composición del equipo de trabajo, programar la reunión de revisión, realizar la validación de entrada y el seguimiento del trabajo, etc.
- **Plan de gestión de configuración:** documento que sirve de referencia para llevar a cabo la gestión de configuración incluyendo todas las actividades asociadas con la identificación, control, informe de estados y auditorías de la gestión de configuración
- **Plan de gestión de interfaces:** parte del plan de gestión de configuración que documenta las interfaces internas y externas de un sistema y sus especificaciones de requisitos.

- **Práctica:** componente del modelo CMMI® que representa una actividad que se considera importante para alcanzar la meta asociada. Las prácticas describen las actividades esperadas para dar como resultado el logro de las metas de un área de proceso.
- **Producto de trabajo:** resultado útil de un proceso. Este concepto incluye archivos, documentos, productos, partes de un producto, servicios, descripciones de procesos, especificaciones, facturas, etc. Una distinción clave entre producto de trabajo y componente de producto es que el primero no necesariamente es parte de un producto final.
- **Prototipo:** tipo, forma o instancia preliminar de un producto, servicio o componente de producto o servicio que sirve como modelo para posteriores etapas o para la versión final y completa de un producto o servicio.
- **Proveedor:** entidad que entrega los productos o realiza los servicios objeto de la adquisición. Individuo, compañía, corporación, asociación, etc. con un acuerdo con un adquiridor para el diseño, desarrollo, producción, mantenimiento, modificación o suministro de elementos de acuerdo a los términos de un acuerdo.
- **Requisitos contractuales:** el resultado del análisis y refinamiento de los requisitos del cliente en un conjunto de requisitos adecuados para ser incluidos en uno o más paquetes de solicitud, contratos formales o acuerdos con proveedores entre el adquiridor y otra organización.
- **Requisito del cliente:** el resultado de obtener, consolidar y resolver conflictos entre las necesidades, expectativas, restricciones e interfaces de los participantes relevantes del producto de forma que sea aceptable para el cliente.
- **Revisiones de gestión:** evaluación sistemática del proceso de desarrollo llevada a cabo por o en nombre del personal de gestión, para monitorizar el avance, determinar el estado de planes, plazos, confirmar requisitos y su asignación dentro del sistema, evaluar la efectividad del enfoque de gestión seguido para alcanzar el propósito y funcionalidad requeridos.
- **Revisiones técnicas:** evaluación sistemática de un producto por un equipo de personal cualificado que examina la idoneidad del mismo para su propósito definido e identifica discrepancias con las especificaciones y estándares. Estas revisiones pueden, asimismo, proporcionar recomendaciones de alternativas y análisis de las mismas.
- **Revisor:** rol dentro de un proceso de revisión cuya tarea es validar cualquier material con posibles defectos antes de realizar la propia reunión de revisión. También llamado validador o inspector.

- **Sistema de sistemas:** conjunto o disposición de sistemas que resulta cuando sistemas independientes se integran en un sistema mayor que proporciona capacidades únicas.
- **Solución técnica:** cualquier producto de trabajo resultado útil de un proceso, esto incluye archivos, documentos, partes de un producto, servicios, descripciones de procesos, especificaciones, etc.
- **Subpráctica:** componente del modelo que guía para la interpretación e implementación de una práctica. Trata de proporcionar ideas sobre aspectos/acciones útiles para la mejora del proceso.
- **Supervisor:** rol dentro de un proceso de revisión que se ocupa de destinar un tiempo del proyecto para realizar las revisiones, determinar si se han cumplido los objetivos de la revisión, determinar su ejecución, etc.
- **Trazabilidad:** asociación discernible entre dos o más entidades lógicas, tales como requerimientos, elementos de sistema, verificaciones o tareas.
- **Validación de la adquisición:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es demostrar que el producto o servicio adquirido cumple su propósito de uso cuando es ubicado en su entorno previsto.
- **Verificación de la adquisición:** área de proceso de CMMI® cuyo propósito es asegurar que los productos de trabajo seleccionados reúnen los requisitos especificados para los mismos.
- **Walk-through:** técnica de análisis estático en la que el diseñador o programador dirige a los miembros del equipo de desarrollo u otras partes interesadas a través del producto, y los participantes plantean cuestiones y realizan comentarios sobre posibles errores, desviaciones de los estándares de desarrollo u otros problemas observados.

6. ACRÓNIMOS

- **ARD** (*Acquisition Requirements Development*): Desarrollo de Requisitos de la Adquisición
- **ASR** (*Alternative System Review*): Revisión de alternativas del sistema
- **ATM** (*Acquisition Technical Management*): Gestión Técnica de la Adquisición
- **AVAL** (*Acquisition Validation*): Validación de la Adquisición
- **AVER** (*Acquisition Verification*): Verificación de la Adquisición
- **CDR** (*Critical Design Review*): Revisión de diseño crítica
- **CMMI®** (*Capability Maturity Model Integration*): Modelo de Capacidad y Madurez Integrado
- **CMMI-ACQ®** (*Capability Maturity Model Integration for Acquisition*): Modelo de Capacidad y Madurez Integrado para Adquisiciones
- **CMMI-DEV®** (*Capability Maturity Model Integration for Development*): Modelo de Capacidad y Madurez Integrado para Desarrollo
- **COTS** (*Commercial Off-The-Shelf*): Producto tecnológico comercial
- **FCA** (*Functional Configuration Audit*): Auditoría de configuración funcional
- **IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*): Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
- **PDR** (*Preliminary Design Review*): Revisión de diseño preliminar
- **PCA** (*Physical Configuration Audit*): Auditoría de configuración física
- **SFR** (*System Functional Review*): Revisión funcional del sistema
- **SRR** (*System Requirements Review*): Revisión de requisitos del sistema
- **SVVP** (*Software Verification and Validation Plan*): Plan de Verificación y Validación
- **TRR** (*Test Readiness Review*): Revisión de paso a pruebas

7. REFERENCIAS

- [1] Bechtold, R, Essentials of Software Project Management, 2007.
- [2] Ciolkowski, M., Laitenberger, O. y Biffi, S., Software reviews: The state-of-the-practice, IEEE Software, 2003.
- [3] Defence Acquisition University (DAU), Defence Acquisition Guidebook, 2009
- [4] Fagan, M. E., Advances in Software Inspections. IEEE Transaction on Software Engineering, 1986.
- [5] Faulconbridge R. y Ryan M, Managing Complex technical projects: A systems engineering approach, Artech House, 2003.
- [6] Hossenlopp R., Unearthing business requirements: elicitation tools and techniques,
- [7] Hoyle D., ISO 9000 Quality Systems Handbook.
- [8] Humphrey, W. S., Introduction to the team software process, Addison-Wesley, 2000.
- [9] McConell S., Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction, Microsoft Press, 1993.
- [10] Schmidt M., Implementing the IEEE Software Engineering Standards, Sams, 2000.
- [11] Software Engineering Institute, CMMI® for Acquisition, Version 1.2 CMMI- ACQ®, V1.2, 2007.
- [12] Software Engineering Institute, CMMI®, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos, Pearson Education, 2009.
- [13] System Management College, Department of Defense of EEUU, Systems engineering Fundamentals, 2001.
- [14] Votta, L. G., Does every inspection need a meeting?, ACM Software Engineering, 1993.
- [15] Yuk Kuen Wong, Modern Software Review-Techniques And Technologies, Griffith University, 2006.
- [16] Zambrana M. y Singer D., Software Acquisition Handbook, Space and Missile Systems Center (SMC), 2004.