

Unidad 3

Prueba Estáticas

1. Prueba Estática: Conceptos Básicos

A diferencia de la prueba dinámica, que requiere la ejecución del software que se está probando, la prueba estática se basa en evaluación manual de los productos de trabajo (es decir, revisiones) o en la evaluación basada en herramientas del código u otros productos de trabajo (es decir, el análisis estático). Ambos tipos de prueba estática evalúan el código u otro producto de trabajo que se esté probando sin ejecutar, de forma efectiva, el código o el producto de trabajo que se esté probando.

El análisis estático es importante para los sistemas informáticos de seguridad crítica (por ejemplo, aeronáuticos, médicos o nucleares), pero el análisis estático también se ha vuelto importante y común en otros contextos. Por ejemplo, el análisis estático es una parte importante en la prueba de seguridad. El análisis estático también se incorpora, con frecuencia, a los sistemas de construcción y entrega automatizados, por ejemplo, en el desarrollo Ágil, la entrega continua y el despliegue continuo.

1.1 Productos de Trabajo que Pueden Ser Evaluados por una Prueba Estática

Casi cualquier producto de trabajo puede ser examinado mediante una prueba estática (revisiones y/o análisis estático), por ejemplo:

- Especificaciones, incluidos requisitos de negocio, requisitos funcionales y requisitos de seguridad.
- Épicas, historias de usuarios y criterios de aceptación.
- Especificaciones de arquitectura y diseño.
- Código.
- Producto de prueba, incluyendo planes de prueba, casos de prueba, procedimientos de prueba y guiones de prueba automatizados.
- Guías de usuario.
- Páginas web.
- Contratos, planes de proyecto, calendarios y presupuestos.
- Modelos, tales como diagramas de actividad, que pueden ser usados para la prueba basada en modelos

Las revisiones se pueden aplicar a cualquier producto de trabajo que los participantes sepan cómo leer y comprender. El análisis estático puede ser aplicado eficientemente a cualquier producto de trabajo con una estructura formal (típicamente código o modelos) para el cual exista una herramienta de análisis estático apropiada. El análisis estático, incluso, se puede aplicar con herramientas que evalúan los productos de trabajo escritos en lenguaje natural, como los requisitos (por ejemplo, la corrección ortográfica, la gramática y la legibilidad).

1.2 Ventajas de la Prueba Estática

Las técnicas de prueba estática aportan una serie de ventajas. Cuando se aplica al principio del ciclo de vida del desarrollo de software, la prueba estática permite la detección temprana de defectos antes de que se realicen pruebas dinámicas (por ejemplo, en revisiones de requisitos o especificaciones de diseño, refinamiento de la cartera del producto, etc.). Los defectos que se detectan de forma temprana suelen ser mucho más baratos de eliminar que los que se detectan más tarde en el ciclo de vida, especialmente si se comparan con los defectos que se detectan después del despliegue del software y durante el uso activo del mismo. El uso de técnicas de prueba estática para detectar defectos y luego corregirlos de forma temprana es, casi siempre, mucho más barato para la organización que el uso de pruebas dinámicas para encontrar defectos en el objeto de prueba y luego corregirlos, especialmente cuando se consideran los costes adicionales asociados con la actualización de otros productos de trabajo y la realización de pruebas de confirmación y regresión.

Ventajas adicionales de la prueba estática pueden incluir:

- Detección y corrección de defectos de forma más eficiente y antes de la ejecución de la prueba dinámica.
- Identificar defectos que no se encuentran fácilmente mediante prueba dinámica.
- Prevenir defectos en el diseño o la codificación descubriendo inconsistencias, ambigüedades, contradicciones, omisiones, inexactitudes y redundancias en los requisitos.
- Incrementar la productividad de desarrollo (por ejemplo, debido a un diseño mejorado, código más mantenible).
- Reducir el coste y el tiempo de desarrollo.
- Reducir el coste y el tiempo de la prueba.
- Reducir el coste total de la calidad durante la vida útil del software, debido a la reducción de los fallos en etapas posteriores del ciclo de vida o después de la entrega en operación.
- Mejorar la comunicación entre los miembros del equipo en el curso de la participación en revisiones.

1.3 Diferencias entre la Prueba Estática y la Prueba Dinámica

La prueba estática y la prueba dinámica pueden tener los mismos objetivos, tales como proporcionar una evaluación de la calidad de los productos de trabajo e identificar los defectos tan temprano como sea posible. La prueba estática y dinámica se complementan entre sí al encontrar diferentes tipos de defectos.

Una de las principales diferencias es que la prueba estática detecta defectos en los productos de trabajo directamente, en lugar de identificar los fallos causados por defectos cuando se ejecuta el software. Un defecto puede residir en un producto de trabajo durante mucho tiempo sin provocar un fallo. El camino donde se encuentra el defecto puede ser practicado con poca frecuencia o difícil de alcanzar, por lo que no será fácil construir y ejecutar una prueba dinámica que lo detecte. La prueba estática puede ser capaz de encontrar el defecto con un esfuerzo mucho menor.

Otra diferencia es que la prueba estática se puede utilizar para mejorar la consistencia y la calidad interna de los productos de trabajo, mientras que la prueba dinámica se concentra, normalmente, en los comportamientos visibles desde el exterior.

En comparación con las pruebas dinámicas, los defectos típicos que son más fáciles y económicos de detectar y corregir a través de la prueba estática incluyen:

- Defectos en los requisitos (por ejemplo, inconsistencias, ambigüedades, contradicciones, omisiones, inexactitudes y redundancias).
- Defectos de diseño (por ejemplo, algoritmos o estructuras de base de datos ineficientes, alto acoplamiento, baja cohesión).
- Defectos de codificación (por ejemplo, variables con valores no definidos, variables que nunca se utilizan, código inalcanzable, código duplicado).
- Desviaciones con respecto a estándares (por ejemplo, falta de adhesión a los estándares de codificación).
- Especificaciones de interfaz incorrectas (por ejemplo, unidades de medida diferentes utilizadas por el sistema que realiza la llamada respecto del utilizado por el sistema llamado).
- Vulnerabilidades de seguridad (por ejemplo, susceptibilidad a desbordamientos de la memoria intermedia).
- Deficiencias o inexactitudes en la trazabilidad o cobertura de la base de prueba (por ejemplo, la falta de pruebas para un criterio de aceptación).

Además, la mayoría de los tipos de defectos de mantenibilidad sólo se pueden detectar mediante la prueba estática (por ejemplo, modularización inadecuada, mala reutilización de los componentes, código difícil de analizar y modificar sin introducir nuevos defectos).

2. Proceso de Revisión

Las revisiones varían desde informales hasta formales.

- Las revisiones informales se caracterizan por no seguir un proceso definido y no tener una salida documentada formal.
- Las revisiones formales se caracterizan por contar con la participación de un equipo, resultados de la revisión documentados y procedimientos documentados para llevar a cabo la revisión.

El grado de formalidad de un proceso de revisión está relacionado con factores como el modelo de ciclo de vida de desarrollo de software, la madurez del proceso de desarrollo, la complejidad del producto de trabajo que se debe revisar, cualquier requisito legal o reglamentario, y/o la necesidad de un rastro de auditoría.

El foco de atención de una revisión depende de los objetivos acordados de la misma (por ejemplo, encontrar defectos, lograr comprensión, instruir a los participantes, como los evaluadores y los nuevos miembros del equipo, o discutir y decidir por consenso).

El estándar ISO (ISO/IEC 20246) contiene descripciones más detalladas del proceso de revisión de productos de trabajo, incluyendo roles y técnicas de revisión.

2.1 Proceso de Revisión de Productos de Trabajo

El proceso de revisión comprende las siguientes actividades principales:

Planificar

- Definir el alcance, que incluye el objetivo de la revisión, qué documentos o partes de documentos se deben revisar y las características de calidad que se deben evaluar.
- Estimar el esfuerzo y plazos²⁹.
- Identificar las características de la revisión, tales como el tipo de revisión con los roles, las actividades y las listas de comprobación.
- Seleccionar las personas que participarán en la revisión y asignación de roles.
- Definir los criterios de entrada y salida para tipos de revisión más formales (por ejemplo, inspecciones).
- Comprobar el cumplimiento de los criterios de entrada (para tipos de revisión más formales).

Iniciar Revisión

- Distribuir el producto de trabajo (físicamente o por medios electrónicos) y otros materiales, tales como formularios de registro de cuestiones, listas de comprobación y productos de trabajo relacionados.
- Explicar a los participantes el alcance, los objetivos, el proceso, las funciones y los productos del trabajo.
- Responder a cualquier pregunta que los participantes puedan tener sobre la revisión.

Revisión Individual (es decir, preparación individual)

- Revisar todo o parte del producto de trabajo.
- Notificar posibles defectos, recomendaciones y preguntas.

Comunicar y Analizar Cuestiones

- Comunicar los defectos potenciales identificados (por ejemplo, en una reunión de revisión).
- Analizar los posibles defectos, asignar la propiedad³⁰ y el estado a los mismos.
- Evaluar y documentar las características de calidad.
- Evaluar los hallazgos de la revisión con respecto a los criterios de salida para tomar una decisión de revisión (rechazar; se necesitan cambios importantes; aceptar, posiblemente con cambios menores).

Corregir e Informar

- Elaborar informes de defecto para aquellos hallazgos que requieren modificaciones.
- Corregir los defectos detectados (en general, realizados por el autor) en el producto de trabajo revisado.
- Comunicar defectos a la persona o equipo adecuado (cuando se encuentran en un producto de trabajo relacionado con el producto de trabajo revisado).
- Registrar el estado actualizado de los defectos (en revisiones formales), incluyendo,

eventualmente, el acuerdo del autor del comentario.

- Recopilación de métricas (para tipos de revisión más formales).
- Comprobar el cumplimiento de los criterios de salida (para tipos de revisión más formales).
- Aceptar el producto de trabajo cuando se alcanzan los criterios de salida.
-

Los resultados de una revisión del producto de trabajo varían, dependiendo del tipo de revisión y de la formalidad.

2.2 Roles y Responsabilidades en una Revisión Formal

Una revisión formal típica incluirá los siguientes roles:

Autor

- Crea el producto de trabajo bajo revisión.
- Corrige los defectos en el producto de trabajo bajo revisión (si fuera necesario).

Dirección

- Es responsable de la planificación de la revisión.
- Decide acerca de la ejecución de las revisiones.
- Asigna personal, presupuesto y tiempo.
- Supervisa la rentabilidad³¹ en curso.
- Ejecuta las decisiones de control en caso de resultados inadecuados.

Facilitador (a menudo llamado moderador)

- Asegura el funcionamiento efectivo de las reuniones de revisión (cuando se celebran).
- Si fuera necesario, realiza una mediación entre los distintos puntos de vista.
- A menudo, es la persona de la que depende el éxito de la revisión.

Líder de Revisión

- Asume la responsabilidad general de la revisión.
- Decide quiénes estarán involucrados y organiza cuándo y dónde se llevará a cabo.

Revisores

- Pueden ser expertos en la materia, personas que trabajan en el proyecto, implicados con un interés en el producto de trabajo, y/o personas con antecedentes técnicos o de negocio específicos.
- Identificar posibles defectos en el producto de trabajo bajo revisión.
- Puede representar diferentes perspectivas (por ejemplo, probador, programador, usuario, operador, analista de negocio, experto en usabilidad, etc.).

Escriba (o grabador)

- Recopila los posibles defectos encontrados durante la actividad de revisión individual.

- Registra nuevos defectos potenciales, puntos abiertos y decisiones de la reunión de revisión (cuando se celebra).

En algunos tipos de revisión, una persona puede asumir más de un rol, y las acciones asociadas con cada rol también pueden variar según el tipo de revisión. Además, con la introducción de herramientas para apoyar el proceso de revisión, especialmente el registro de defectos, puntos pendientes y decisiones, a menudo no hay necesidad de un escriba.

Además, son posibles roles más detallados, como se describe en el estándar ISO (ISO/IEC 20246).

2.3 Tipos de Revisión

Aunque las revisiones pueden utilizarse para diversos fines, uno de los principales objetivos es descubrir defectos. Todos los tipos de revisión pueden ayudar en la detección de defectos, y el tipo de revisión seleccionado debe basarse en las necesidades del proyecto, los recursos disponibles, el tipo de producto y los riesgos, el dominio del negocio y la cultura de la empresa, entre otros criterios de selección.

Las revisiones se pueden clasificar de acuerdo a diversas características. A continuación se enumeran los cuatro tipos más comunes de revisiones y sus características asociadas.

Revisión Informal (por ejemplo, comprobación entre amigos, emparejamiento, revisión de pares)

- Objetivo principal: detectar defectos potenciales.
- Posibles objetivos adicionales: generar nuevas ideas o soluciones, resolver de forma rápida problemas menores.
- No se basa en un proceso formal (documentado).
- Puede no implicar una reunión de revisión.
- Puede ser realizado por un compañero de trabajo del autor (comprobación entre amigos) o por más personas.
- Se pueden documentar los resultados.
- Varía en utilidad dependiendo de los revisores.
- El uso de listas de comprobación es opcional.
- Utilizado con mucha frecuencia en el desarrollo Ágil.

Revisión Guiada

- Objetivos principales: detectar defectos, mejorar el producto software, considerar implementaciones alternativas, evaluar la conformidad con estándares y especificaciones.
- Posibles objetivos adicionales: intercambio de ideas sobre técnicas o variaciones de estilo, formación de los participantes, alcanzar un consenso.
- La preparación individual antes de la reunión de revisión es opcional.
- Normalmente, la reunión de revisión está dirigida por el autor del producto de trabajo.
- El escriba es obligatorio.

- El uso de listas de comprobación es opcional.
- Puede tomar la forma de escenarios, ensayos, o simulaciones.
- Se pueden elaborar registros de posibles defectos e informes de revisión.
- En la práctica puede variar de bastante informal a muy formal.

Revisión Técnica

- Objetivos principales: lograr un consenso, detectar defectos potenciales.
- Posibles objetivos adicionales: evaluar la calidad y generar confianza en el producto de trabajo, generar nuevas ideas, motivar y capacitar a los autores para mejorar los futuros productos de trabajo, considerar implementaciones alternativas.
- Los revisores deben ser pares técnicos del autor y expertos técnicos en la misma u otras disciplinas.
- Es necesario que haya una preparación individual antes de la reunión de revisión.
- La reunión de revisión es opcional, lo ideal es que la dirija un facilitador capacitado (normalmente no el autor).
- El escriba es obligatorio, lo ideal es que no sea el autor.
- El uso de listas de comprobación es opcional.
- Normalmente se elaboran registros de defectos potenciales e informes de revisión.

Inspección

- Objetivos principales: detectar defectos potenciales, evaluar la calidad y generar confianza en el producto de trabajo, prevenir futuros defectos similares mediante el aprendizaje del autor y el análisis de la causa raíz.
- Posibles objetivos adicionales: motivar y capacitar a los autores para que mejoren los futuros productos de trabajo y el proceso de desarrollo de software, alcanzar un consenso.
- Sigue un proceso definido con resultados documentados formales, basados en reglas y listas de comprobación.
- Utiliza roles claramente definidos, como los especificados anteriormente, que son obligatorios, y puede incluir un lector dedicado (que lee el producto del trabajo en voz alta durante la reunión de revisión).
- Es necesario que haya una preparación individual antes de la reunión de revisión.
- Los revisores son pares del autor o expertos en otras disciplinas que son relevantes para el producto de trabajo.
- Se utilizan criterios especificados de entrada y salida.
- El escriba es obligatorio.
- La reunión de revisión es dirigida por un facilitador capacitado (no el autor).
- El autor no puede actuar como líder de revisión, lector o escriba.

- Se elaboran registros de defectos potenciales e informes de revisión.
- Se recopilan y utilizan métricas para mejorar el proceso de desarrollo de software completo, incluido el proceso de inspección.

Un mismo producto de trabajo puede ser objeto de más de un tipo de revisión. Si se utiliza más de un tipo de revisión, el orden puede variar. Por ejemplo, se puede llevar a cabo una revisión informal antes de una revisión técnica, para asegurar que el producto de trabajo esté listo para una revisión técnica.

Los tipos de revisión descritos anteriormente se pueden realizar como revisiones entre pares, es decir, por profesionales con un nivel aproximado similar en la organización.

Los tipos de defectos detectados en una revisión varían, dependiendo especialmente del producto de trabajo sujeto a revisión.

3.4 Aplicación de Técnicas de Revisión

Hay diversas técnicas de revisión que pueden aplicarse durante la actividad de revisión individual (es decir, la preparación individual) para detectar defectos. Estas técnicas se pueden utilizar en todos los tipos de revisión descritos anteriormente. La efectividad de las técnicas puede variar según el tipo de revisión utilizada. A continuación, se enumeran ejemplos de diferentes técnicas de revisión individual para diversos tipos de revisión.

- **Ad hoc**

En una revisión ad hoc, los revisores reciben poca o ninguna orientación sobre cómo se debe realizar esta tarea. Los revisores, a menudo, leen el producto de trabajo de forma secuencial, identificando y documentando las cuestiones a medida que los encuentran. La revisión ad hoc es una técnica utilizada con frecuencia que requiere poca preparación. Esta técnica depende en gran medida de las competencias de los revisores y puede llevar a que diferentes revisores informen de muchas cuestiones duplicadas.

- **Basada en Lista de Comprobación**

Una revisión basada en listas de comprobación es una técnica sistemática, por la cual los revisores detectan cuestiones basadas en listas de comprobación que se distribuyen al inicio de la revisión (por ejemplo, por el facilitador). Una lista de comprobación de revisión consiste en un conjunto de preguntas basadas en defectos potenciales, que pueden derivarse de la experiencia. Las listas de comprobación deben ser específicas para el tipo de producto de trabajo que se está revisando y deben mantenerse regularmente para cubrir los tipos de cuestiones que no se han tenido en cuenta en revisiones anteriores. La principal ventaja de la técnica basada en listas de comprobación es la cobertura sistemática de los tipos de defectos típicos. Se debe tener cuidado no sólo de, simplemente, seguir la lista de comprobación en la revisión individual, sino también de buscar defectos fuera de la lista de comprobación.

- **Escenarios y Ensayos**

En una revisión basada en escenarios, los revisores reciben pautas estructuradas sobre cómo leer el producto de trabajo. Un enfoque basado en escenarios ayuda a los revisores a realizar "ensayos" sobre el producto de trabajo basándose en el uso esperado del producto de trabajo (si el producto de trabajo está documentado en un formato adecuado, como los casos de uso). Estos escenarios proporcionan a los revisores mejores pautas sobre cómo identificar tipos de defectos específicos que las simples entradas de una lista de comprobación. Al igual que con las revisiones basadas en listas de comprobación, para no pasar por alto otros tipos de defectos (por ejemplo, las prestaciones ausentes), los revisores no deben limitarse a los escenarios documentados.

- **Basada en Roles**

Una revisión basada en roles es una técnica en la cual los revisores evalúan el producto de trabajo desde

la perspectiva de roles individuales de los implicados. Los roles típicos incluyen tipos específicos de usuarios finales (experimentados, inexpertos, mayores, niños, etc.), y roles específicos en la organización (administrador de usuarios, administrador de sistemas, probador del rendimiento, etc.).

- **Basada en Perspectiva**

En la lectura basada en la perspectiva, similar a una revisión basada en roles, los revisores adoptan los diferentes puntos de vista de los implicados en la revisión individual. Los puntos de vista habituales de los implicados incluyen el usuario final, marketing, diseñador, probador u operaciones. El uso de diferentes puntos de vista de los implicados conduce a una mayor profundidad en la revisión individual con menos duplicación de cuestiones entre los revisores.

Además, la lectura basada en la perspectiva también requiere que los revisores intenten utilizar el producto de trabajo bajo revisión para generar el producto que se derivaría a partir de él. Por ejemplo, un probador intentaría generar un borrador de prueba de aceptación si realizara una lectura basada en la perspectiva de una especificación de requisitos para ver si se incluye toda la información necesaria. Además, en la lectura basada en la perspectiva, se espera que se utilicen listas de comprobación.

Estudios empíricos han demostrado que la lectura basada en la perspectiva es la técnica general más efectiva para revisar los requisitos y los productos de trabajo técnicos. Un factor clave del éxito es incluir y sopesar³⁸ adecuadamente los diferentes puntos de vista de los implicados, en función del riesgo.

3.5 Factores de Éxito para las Revisiones

Para que la revisión tenga éxito, se debe considerar el tipo de revisión adecuada y las técnicas utilizadas. Además, hay una serie de otros factores que afectarán el resultado de la revisión.

Los factores de éxito relativos a la organización para las revisiones incluyen:

- Cada revisión tiene objetivos claros, definidos durante la planificación de la revisión y utilizados como criterios de salida medibles.
- Se aplican tipos de revisión que son adecuados para lograr los objetivos y que son apropiados para el tipo y nivel de los productos de trabajo de software y de los participantes.
- Cualquier técnica de revisión utilizada, como la revisión basada en listas de comprobación o basada en roles, es adecuada para la identificación efectiva de defectos en el producto de trabajo que se va a revisar.
- Cualquier lista de comprobación utilizada aborda los riesgos principales y se encuentra actualizada.
- Los documentos de gran tamaño se redactan y revisan en pequeños fragmentos, de modo que el control de calidad se ejerce proporcionando a los autores una retroalimentación temprana y frecuente sobre los defectos.
- Los participantes disponen de tiempo suficiente para prepararse.
- Se establece un calendario⁴⁰ de revisiones con la debida antelación.
- La dirección apoya el proceso de revisión (por ejemplo, incorporando tiempo suficiente para las actividades de revisión en el calendario de los proyectos).

Los factores de éxito relativos a las personas para las revisiones incluyen:

- Se involucra a las personas adecuadas para alcanzar los objetivos de la revisión, por ejemplo, personas con diferentes competencias o perspectivas, que pueden utilizar el documento como una entrada del trabajo.
- Los probadores son vistos como revisores valiosos que contribuyen a la revisión y aprenden sobre el producto de trabajo, lo que les permite preparar pruebas más efectivas y preparar esas pruebas antes.
- Los participantes dedican tiempo y atención adecuados a los detalles.
- Las revisiones se llevan a cabo en pequeños fragmentos, para que los revisores no pierdan la concentración durante la revisión individual y/o la reunión de revisión (cuando se lleva a cabo).
- Los defectos detectados son reconocidos, valorados y tratados objetivamente.
- La reunión está bien gestionada, por lo que los participantes la consideran un uso valioso de su tiempo.
- La revisión se lleva a cabo en un clima de confianza; el resultado no se utilizará para la evaluación de los participantes.
- Los participantes evitan el lenguaje corporal y las conductas que podrían indicar aburrimiento, exasperación u hostilidad hacia otros participantes.
- Se proporciona la formación adecuada, especialmente para los tipos de revisión más formales, como las inspecciones.
- Se promueve una cultura de aprendizaje y mejora de los procesos.