

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización en Ingeniería de Software y Sistemas de Información, mediante el Sistema 1 ó de Adopción, durante los meses de mayo a julio del 2004, utilizando como antecedente la norma ISO/IEC TR 9126-2:2003 Software Engineering - Product Quality. Part 2: External metrics.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Ingeniería de Software y Sistemas de Información presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – CRT, con fecha 2004-07-27, el PNTP-ISO/IEC TR 9126-2:2003 para su revisión y aprobación; siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2004-10-07. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC TR 9126-2:2004 INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del producto. Parte 2: Métricas externas, 1^a Edición, el 02 de diciembre del 2004.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana es una adopción de la norma ISO/IEC TR 9126-2:2003. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría

Pontificia Universidad Católica del Perú

Presidente

Zalatiel Carranza Avalos

Secretario

Abraham Eliseo Dávila Ramón

ENTIDAD

REPRESENTANTE

Asociación de Bancos del Perú

Iván Estrada Montano

APESOFT

Paúl Deza Díaz
Yosif Humala Acuña

Congreso de la República	Héctor Gordillo Fernández Carlos Castro Paragulla
Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial S.A. - CORPAC S.A.	Sebastian Rafaile Huamayalli
ESSALUD	Pedro Vásquez Campos Pablo Borja Godoy
IBM del Perú S.A.C.	Ricardo Haro Gianfranco Gugliandolo
Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática – ONGEI Presidencia del Consejo de Ministros	César Vilchez Inga
PETROPERU S.A	Felix Llap Yesán
Pontificia Universidad Católica del Perú	José Antonio Pow Sang Portillo Karin Ana Melendez Llave
QUIPUDATA S.A. (Corp. Backus)	Wilfredo Kleeberg Hidalgo Mery Zúñiga Gamero
Sociedad Nacional de industrias	Ewen Juarez
Superintendecia Nacional de Administración Tributaria - SUNAT	Rosa Carrasco Aguado José Luis Tang Andujar
Superintendencia de Banca y Seguros	Oscar Merino Fernández Lola Arteaga de la Gala
TELEFÓNICA Gestión de Servicios Compartidos S.A.C.	Fernando De los Ríos Boggio
UNISYS DEL PERU	Jaime Castillo Espinoza Luis Eduardo Romero Erick Sotomayor
Universidad de Lima	María Cecilia Moreno Moreno
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Ludvik D. Medic Ilver Anache Pupo
Southern Perú Copper Corporation	Arturo Cueto Aservi Boris Gilberto Sulca Solari

INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del producto. Parte 2: Métricas externas

1. ALCANCE

La presente NTP define las métricas externas para la medición cuantitativa de calidad externa del software en términos de características y sub características definidas en la NTP-ISO/IEC 9126-1 y se pretende que sea utilizado junto con la NTP-ISO/IEC 9126-1.

Esta NTP contiene:

- I. Una explicación de la forma de aplicación de las métricas de calidad del software.
- II. Un conjunto básico de métricas para cada sub característica.
- III. Un ejemplo de la forma en que se aplican las métricas durante el ciclo de vida del producto software.

Esta NTP no asigna un rango de valores de estas métricas a niveles determinados o a grados de conformidad dado que estos valores se definen para cada producto software o para una parte del producto software, debido a su naturaleza, dependiendo en factores tales como la categoría del software, el nivel de integración y las necesidades del usuario. Algunos atributos pueden poseer un adecuado rango de valores, los mismos que no dependen de las necesidades específicas del usuario sino de factores genéricos, por ejemplo, factores humanos cognoscitivos.

Esta NTP puede aplicarse a todo tipo de software para cualquier aplicación. Los usuarios de esta NTP pueden elegir o modificar y aplicar las métricas y medición de esta NTP o quizás definir la aplicación de métricas específicas para su dominio de aplicación individual. Por ejemplo, la medición específica de características de calidad tales como la seguridad e integridad¹ pueden encontrarse en las Normas Internacionales o reportes técnicos proporcionados por el IEC 65 y ISO/IEC JTC 1/SC 27.

Entre los usuarios a los que está destinado esta NTP se incluyen:

¹ El término *Safety* ha sido traducido al español como Integridad. Así mismo *Security* como seguridad.

INTRODUCCIÓN

Esta Norma Técnica Peruana ofrece métricas externas para la evaluación de los atributos de seis características de calidad externa, definidas en la NTP-ISO/IEC 9126-1. Las métricas listadas en esta NTP no buscan ser un conjunto exhaustivo. Desarrolladores, evaluadores, gerentes de calidad y compradores deberán seleccionar métricas de esta NTP para la definición de requerimientos, la evaluación de productos software, la medición de aspectos cualitativos y otros propósitos. Ellos pueden incluso modificar las métricas o emplear métricas que no se encuentren incluidas aquí. Esta NTP se aplica a cualquier tipo de producto software, aún cuando las métricas no sean siempre aplicables a todo tipo de productos software.

La NTP-ISO/IEC 9126-1 define los términos para las características cualitativas de software y la forma en que tales características pueden descomponerse en sub características. Sin embargo, la NTP-ISO/IEC 9126-1 no describe la forma en que tales sub características podrían evaluarse. Esta NTP define las métricas externas, ISO/IEC TR 9126-3 define las métricas internas e ISO/IEC TR 9126-4 define las métricas de calidad en uso, para la medición de las características o sub características. Las métricas internas miden el software en sí, las métricas externas miden el comportamiento del sistema basado en el computador que incluye el software y las métricas de calidad en uso miden los efectos del uso del software en un contexto específico de uso.

Se pretende que esta NTP sea utilizado junto a la NTP-ISO/IEC 9126-1. Se recomienda la lectura previa de las NTP-ISO/IEC 14598-1 y NTP-ISO/IEC 9126-1, antes del empleo de esta NTP, particularmente si el lector no está familiarizado con el uso de las métricas de software para la especificación y evaluación del producto.

Los capítulos 1 al 7 y los anexos A al D son las mismas para esta NTP, ISO/IEC TR 9126-3, e ISO/IEC-TR 9126-4.

---000Oooo---

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

3.1 Normas Técnicas Peruanas

- | | | |
|-------|--------------------------|---|
| 3.1.1 | NTP-ISO 9000:2001 | SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. Fundamentos y vocabularios |
| 3.1.2 | NTP-ISO 9001:2001 | SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD. Requisitos |
| 3.1.3 | NTP-ISO/IEC 9126-1:2004 | INGENIERÍA DE SOFTWARE. Calidad del producto. Parte 1: Modelo de calidad |
| 3.1.4 | NTP-ISO/IEC 12207:2004 | TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. Procesos del ciclo de vida del software |
| 3.1.5 | NTP-ISO/IEC 14598-1:2004 | TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN. Evaluación del producto software. Parte 1: Visión general |

3.2 Normas Técnicas Internacionales

- | | | |
|-------|------------------------|---|
| 3.2.1 | ISO/IEC-TR 9126-3:2003 | SOFTWARE ENGINEERING. Product quality. Part 3: Internal metrics |
| 3.2.2 | ISO/IEC-TR 9126-4:2004 | SOFTWARE ENGINEERING. Product |

- Comprador (el individuo u organización que adquiere u obtiene un sistema, producto o servicio software de un proveedor);
- Evaluador (el individuo u organización que realiza la evaluación. Un evaluador puede ser, por ejemplo, un laboratorio de prueba, el departamento de calidad de una organización de desarrollo de software, una organización gubernamental o un usuario);
- Desarrollador (el individuo u organización que realiza labores de desarrollo, incluyendo el análisis, diseño y comprobación hasta la aceptación durante el proceso del ciclo de vida del software);
- Responsable de mantenimiento (el individuo u organización que realiza labores de mantenimiento y servicio);
- Proveedor (el individuo u organización que tiene un compromiso contractual con el comprador para el suministro de un sistema, producto o servicio de software, bajo los términos de un contrato) al evaluar la calidad del software en una prueba de calificación;
- Usuario (el individuo u organización que emplea el producto software para realizar una función específica) al evaluar la calidad del producto software en una prueba de aceptación;
- Gerente de calidad (el individuo u organización que realiza una evaluación sistemática del producto o servicio software) al evaluar la calidad del software como parte de la garantía y control de calidad;

2. CONFORMIDAD

En esta NTP no existen requerimientos de conformidad.

NOTA: Los requerimientos de conformidad general se encuentran la NTP-ISO/IEC 9126-1 Modelo de calidad.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

OFFICE WORK WITH VISUAL
DISPLAY TERMINALS (VDTs). Part 10:
Dialogue principles

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en la NTP-ISO 9000, NTP-ISO/IEC 14598-1 y NTP ISO/IEC 9126-1. Estas se encuentran listadas en el Anexo D.

5. ABREVIATURA DE TÉRMINOS

En esta NTP se utilizan las siguientes abreviaturas:

ACS (*SQA*²) - Aseguramiento de la Calidad del Software (Responsable de ACS)

PCVS (*SLCP*³) - Procesos del Ciclo de Vida del Software

6. USO DE MÉTRICAS DE CALIDAD DE SOFTWARE

Estos Reportes Técnicos (NTP-ISO/IEC TR 9126-2 Métricas externas, ISO/IEC TR 9126-3 Métricas Internas e ISO/IEC-TR 9126-4 Métricas de calidad en uso) ofrecen un conjunto de métricas de calidad de software (externas, internas y métricas de calidad en uso) que pueden emplearse junto con la NTP-ISO/IEC 9126-1 Modelo de Calidad. El usuario de estos Reportes Técnicos pueden modificar las métricas definidas, y/o incluso emplear métricas no listadas aquí. El usuario, al emplear una métrica nueva o modificada no identificada en estos Reportes Técnicos, deberá especificar la forma en que las métricas se relacionan con el modelo de calidad o cualquier otro modelo de calidad substituto que se esté empleando de la NTP-ISO/IEC 9126-1.

² De las siglas en inglés de *Software quality assurance*.

³ De las siglas en inglés de *Software life cycle processes*

		quality. Part 4: Quality in use metrics
3.2.3	ISO/IEC 14143-1:1998	INFORMATION TECHNOLOGY. Software measurement. Functional size measurement. Part 1: Definition of concepts
3.2.4	ISO/IEC 14598-2:2000	SOFTWARE ENGINEERING. Product evaluation. Part 2: Planning and management
3.2.5	ISO/IEC 14598-3:2000	SOFTWARE ENGINEERING. Product evaluation. Part 3: Process for developers
3.2.6	ISO/IEC 14598-4:1999	SOFTWARE ENGINEERING. Product evaluation. Part 4: Process for acquirers
3.2.7	ISO/IEC 14598-5:1998	INFORMATION TECHNOLOGY. Software product evaluation. Part 5: Process for evaluators
3.2.8	ISO/IEC 14598-6:2001	SOFTWARE ENGINEERING. Product evaluation. Part 6: Documentation of evaluation modules
3.2.9	ISO/IEC 14756:1999	INFORMATION TECHNOLOGY. Measurement and rating of performance of computer-based software systems
3.2.10	ISO 2382-20:1990	INFORMATION TECHNOLOGY. Vocabulary. Part 20: System development
3.2.11	ISO/IEC 15026:1998	INFORMATION TECHNOLOGY. System and software integrity levels
3.2.12	ISO 9241-10:1996	ERGONOMIC REQUIREMENTS FOR

sistema.

Las métricas de calidad en uso, miden si un producto satisface las necesidades de usuarios específicos para alcanzar objetivos específicos con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción dentro de un contexto de uso específico. Esto sólo puede lograrse dentro de un entorno realista del sistema.

Las necesidades de calidad del usuario pueden especificarse como requerimientos de calidad a través de métricas de calidad en uso, métricas externas y en algunas ocasiones de métricas internas. Los requerimientos especificados por las métricas deberán emplearse como un criterio al momento de evaluar un producto.

Se recomienda emplear las métricas internas guardando una estrecha relación con las métricas externas establecidas de manera que éstas puedan emplearse para predecir los valores de las métricas externas. Sin embargo, a menudo resulta difícil diseñar un modelo teórico riguroso que guarde una estrecha relación entre las métricas internas y externas. De tal forma, pudiera diseñarse un modelo hipotético que puede contener ambigüedad y a partir de él puede modelarse estadísticamente el grado de relación durante el uso de las métricas.

En el apartado A.4 de la NTP-ISO/IEC 9126-1 se ofrecen algunas recomendaciones y requisitos relacionados con la validez y confiabilidad. En el Anexo A de esta NTP se muestran algunas consideraciones adicionales detalladas sobre el uso de las métricas.

7. FORMA DE LEER Y USAR LAS TABLAS DE MÉTRICAS

En la NTP-ISO/IEC 9126-1 se encuentran las métricas enumeradas en el capítulo 8, clasificándolas en características y sub características. Para cada métrica presente en la tabla se brinda la siguiente información:

- a) Nombre de la métrica: las métricas correspondientes de las tablas de métricas internas y las tablas de métricas externas, poseen nombres similares.
- b) Propósito de la métrica: se expresa en forma de una pregunta que habrá de responderse a través de la aplicación de la métrica.

El usuario de estos Reportes Técnicos deberá seleccionar las características y sub características de calidad de la NTP-ISO/IEC 9126-1 que habrán de evaluarse, identificar las mediciones directas e indirectas apropiadas y luego interpretar en forma objetiva el resultado de la medición. El usuario de estos Reportes Técnicos puede incluso seleccionar determinado proceso de evaluación de la calidad del producto durante el ciclo de vida del software de la serie de normas de la ISO/IEC 14598. Estos proporcionan métodos de medición, valoración y evaluación de la calidad del producto software. Se pretende que estos sean empleados por los desarrolladores, compradores, y evaluadores independientes, particularmente aquellos responsables de la evaluación de productos software (véase Figura 1).

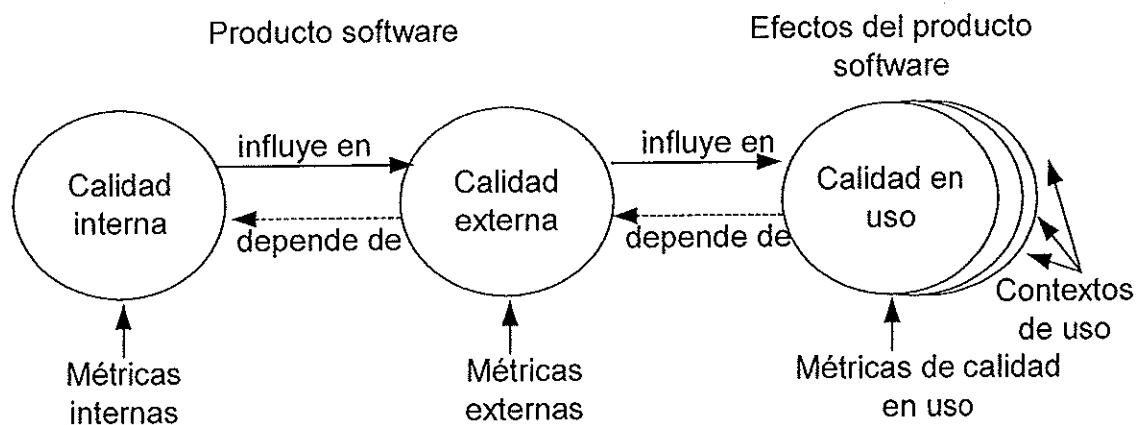


FIGURA 1 – Relación entre tipos de métricas

Las métricas internas pueden aplicarse a los productos software no ejecutables durante sus etapas de desarrollo (tales como una solicitud de propuesta, definición de requerimientos, especificación de diseños o código fuente). Las métricas internas le ofrecen al usuario la capacidad de medir la calidad de los entregables intermedios y de esta forma estar en capacidad de predecir la calidad del producto final. Esto le permite al usuario identificar los problemas de calidad e iniciar las medidas correctivas tan temprano como sea posible dentro del ciclo de vida del desarrollo.

Las métricas externas pueden emplearse para medir la calidad del producto software mediante la evaluación del comportamiento del sistema del cual es parte. Las métricas externas pueden utilizarse sólo durante las diferentes etapas de prueba del proceso del ciclo de vida y durante cualquiera de las etapas operativas. La medición se lleva a cabo al ejecutar el producto software en el entorno dentro del cual se pretende que opere el

NOTA 1: Es recomendable referirse a una métrica específica o forma de medición de normas específicas, reportes técnicos o directivas. La medición del tamaño funcional está definida en la ISO/IEC 14143. En la ISO/IEC 14756, se puede hacer referencia a un ejemplo de medición de eficiencia en tiempo exacto.

Antes de su aplicación, las métricas deben validarse en un entorno específico. (Véase Anexo A).

NOTA 2: La relación de métricas que aquí se presentan no está terminada y deberá revisarse en futuras versiones de esta NTP. Los lectores de la presente NTP están invitados a brindarnos toda la información que consideren pertinente a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales del INDECOPÍ atención CTN de Ingeniería de Software y Sistemas de Información.

8.1 Métricas de funcionalidad

Una métrica externa de funcionalidad debería ser capaz de medir un atributo tal como el comportamiento funcional de un sistema que contenga el software. El comportamiento del sistema puede observarse desde las siguientes perspectivas:

- a) Las diferencias entre los resultados ejecutados en la actualidad y las especificaciones de los requerimientos de calidad.

NOTA 1: Las especificaciones de los requerimientos de calidad para la funcionalidad usualmente son descritas como especificaciones de requerimientos funcionales.

- b) El funcionamiento inadecuado detectado durante la operación real del usuario que no se encuentra establecido pero sí implícito como requerimiento en la especificación.

NOTA 2: Cuando se detectan operaciones o funciones implícitas, deberán ser revisadas, aprobadas y establecidas en las especificaciones. Se deberá acordar la extensión que será completada.

8.1.1 Métricas de aplicabilidad

Una métrica externa de aplicabilidad debería ser capaz de valorar un atributo tal como la ocurrencia de una función no satisfactoria o la ocurrencia de una operación insatisfactoria durante las pruebas y la operación por parte del usuario del sistema.

- c) Método de aplicación: proporciona una idea general de su aplicación.
- d) Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos: ofrece la fórmula de medición explicando los significados de los elementos de datos utilizados.

NOTA: En algunos casos se propone más de una fórmula para una métrica determinada.

- e) Interpretación del valor medido: provee el rango y preferencia de valores.
- f) Tipo de escala métrica: muestra el tipo de escala empleada por determinada métrica. Los tipos utilizados son: nominal, ordinal, de intervalo, ratio y absoluta.

NOTA: En el Anexo C se ofrece una explicación más detallada al respecto.

- g) Tipo de medida: los tipos empleados son: tipo dimensión o tamaño (por ejemplo: dimensión de función y tamaño de fuente), tipo tiempo (por ejemplo: tiempo transcurrido, tiempo de usuario), tipo cantidad (por ejemplo: número de cambios o variaciones, número de errores).

NOTA: En el Anexo C se ofrece una explicación más detallada.

- h) Entrada para la medición: la fuente de datos utilizada en la medición.
- i) Referencia PCVS NTP-ISO/IEC 12207: identifica el o los procesos del ciclo de vida del software en los cuales se aplica la métrica.
- j) Audiencia objetivo: identifica a los usuarios de los resultados de la medición.

8. TABLAS DE MÉTRICAS

Las métricas enumeradas en este documento no pretenden ser un conjunto exhaustivo y pueden no haber sido validadas. Se enumeran en características y sub características de calidad de software, según su orden de aparición en la ISO/IEC 9126-1.

Las métricas que pueden aplicarse no se limitan a las listadas en este documento. En otros documentos relacionados se señalan otras métricas específicas adicionales para propósitos particulares, tales como medición de tamaño funcional o medición de la eficiencia en tiempo exacto.

- b) Falla en prevenir la pérdida de datos importantes;
- c) Falla en la protección contra accesos u operaciones ilegales.

NOTA 1: Se recomienda que las pruebas de penetración sean realizadas para simular un ataque, porque un ataque a la seguridad normalmente no ocurre en una prueba usual. Las métricas de seguridad reales sólo pueden tomarse en "un ambiente de la vida real del sistema" esto es "calidad en uso".

NOTA 2: Los requerimientos de protección de seguridad varían ampliamente del caso de un sistema de ejecución independiente (*stand-alone system*) al caso de un sistema conectado a Internet. La determinación de la funcionalidad requerida y la seguridad de su efectividad ha sido tratada extensivamente en las normas relacionadas. El usuario de esta norma debe determinar las funciones de seguridad usando métodos apropiados y normas en esos casos donde el impacto de cualquier daño causado es importante o crítico. En otro caso el usuario puede limitar su alcance a las medidas de protección generalmente aceptadas de las tecnologías de información (TI) tales como protección contra virus, métodos de respaldo y control de acceso.

8.1.5 Métricas de conformidad de funcionalidad

Una métrica externa de conformidad de funcionalidad debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones con fallas u ocurrencias de problemas de conformidad, que son las fallas del producto software para adherirse a normas, convenciones, contratos u otros requerimientos reguladores.

Una función u operación no satisfactoria puede ser:

- a) Funciones u operaciones que no se realicen de la forma en que se especifica en las especificaciones de requerimientos o manuales del usuario;
- b) Funciones u operaciones que no provean un resultado aceptable y razonable para alcanzar el objetivo específico de la tarea del usuario.

8.1.2 Métricas de precisión

Una métrica externa de precisión debería ser capaz de medir un atributo tal como la frecuencia con que el usuario encuentra la ocurrencia de inexactitud, lo cual incluye:

- a) Resultados imprecisos o incorrectos causados por datos inadecuados, por ejemplo datos con muy pocos dígitos significativos para cálculos precisos.
- b) La falta de consistencia entre los procedimientos actuales de operación y los descritos en el manual de operación.
- c) Las diferencias entre los resultados obtenidos y los razonablemente previsibles de las tareas realizadas durante la operación.

8.1.3 Métricas de interoperabilidad

Una métrica externa de interoperabilidad debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones u ocurrencias de menor capacidad de comunicación que involucran datos y comandos, los mismos que son transferidos con facilidad entre el producto software y otros sistemas, otros productos software o equipos a los que están conectados.

8.1.4 Métricas de seguridad

Una métrica externa de seguridad debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones u ocurrencias de problemas de seguridad, entre los que se encuentran:

- a) Falla en prevenir la fuga de información o datos;

- b) Falla en prevenir la pérdida de datos importantes;
- c) Falla en la protección contra accesos u operaciones ilegales.

NOTA 1: Se recomienda que las pruebas de penetración sean realizadas para simular un ataque, porque un ataque a la seguridad normalmente no ocurre en una prueba usual. Las métricas de seguridad reales sólo pueden tomarse en "un ambiente de la vida real del sistema" esto es "calidad en uso".

NOTA 2: Los requerimientos de protección de seguridad varían ampliamente del caso de un sistema de ejecución independiente (*stand-alone system*) al caso de un sistema conectado a Internet. La determinación de la funcionalidad requerida y la seguridad de su efectividad ha sido tratada extensivamente en las normas relacionadas. El usuario de esta norma debe determinar las funciones de seguridad usando métodos apropiados y normas en esos casos donde el impacto de cualquier daño causado es importante o crítico. En otro caso el usuario puede limitar su alcance a las medidas de protección generalmente aceptadas de las tecnologías de información (TI) tales como protección contra virus, métodos de respaldo y control de acceso.

8.1.5 Métricas de conformidad de funcionalidad

Una métrica externa de conformidad de funcionalidad debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones con fallas u ocurrencias de problemas de conformidad, que son las fallas del producto software para adherirse a normas, convenciones, contratos u otros requerimientos reguladores.

TABLA 8.1.1 - Métricas de aplicabilidad

Métricas externas de aplicabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de la métrica	Dirección								
Adecuación funcional	¿Cuán adecuadas son las funciones evaluadas?	Número de funciones que son X = 1 - A / B	0 < = X < = 1	Absoluta	X = Cantidad / Cantidad	6.5 Validación de requerimientos.	Desarrollador	6.3 Aseguramiento de calidad	Desarrollador
Integridad de implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación de acuerdo a la especificación de requerimientos?	Realizar pruebas funcionales X = 1 - A / B (pruebas de caja negra) del sistema de acuerdo a la especificación de requerimientos. Contar el número de funciones detectadas en la evaluación.	0 < = X < = 1	Absoluta	A = Cantidad	Reporte de evaluación	Responsable de ACS	5.3 Pruebas de calificación	Responsable de ACS

NOTAS:

1. La entrada al proceso de medida es la especificación de requerimientos actualizada. Cualquier cambio, identificado durante el ciclo de vida, debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes de usarla en el proceso de medición.
2. Esta métrica es sugerida para uso experimental.

NOTA: Cualquier función faltante no puede ser examinada en las pruebas porque no está implementada. Para detectar funciones faltantes, se sugiere que cada función establecida en la especificación de requerimientos sea aprobada una por una durante la prueba funcional. Tales resultados serán la entrada a la métrica "Integridad de implementación funcional". Para detectar funciones que están implementadas pero inadecuadamente, se sugiere que cada función sea probada para las múltiples tareas especificadas. Tales resultados serán entrada a la métrica "Adecuación funcional" por eso se sugiere a los usuarios de métricas usar ambas métricas durante la prueba funcional.

TABLA 8.1.1 - Métricas de aplicabilidad (continuación)

Métricas externas de aplicabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO / IEC 12207	Audencia objetivo
Cobertura de implementación funcional	¿Cuán correcta es la implementación funcional?	Realizar pruebas funcionales (pruebas de caja negra) del sistema de acuerdo a la especificación de requerimientos.	$X = 1 - A / B$ A = Número de funciones incorrectamente implementadas o faltantes B = Número de funciones detectadas en la especificación de requerimientos.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor	Absoluta	$X =$ Cantidad / Cantidad	6.5 Validación / Especificación de requerimientos	Desarrollador	
Estabilidad de la especificación funcional (volatilidad)	¿Cuán estable es la especificación funcional después que entra en operación?	Contar el número de funciones implementadas incorrectamente o faltantes detectadas en la evaluación y requerimientos. Compararlas con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos. Contar el número de funciones que están complejas versus las que no lo están.	B = Número de funciones descriptas en la especificación de requerimientos.	A = Cantidad B = Cantidad	$A =$ Cantidad $B =$ Cantidad	6.3 Aseguramiento de calidad 5.3 Pruebas de calificación	6.8 Resolución de problemas 5.4 Operación	Responsable de ACS	

NOTAS:

1. La entrada al proceso de medida es la especificación de requerimientos actualizada. Cuantquier cambio, identificado durante el ciclo de vida, debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes de usarla en el proceso de medición.
2. Esta medida representa un mecanismo de chequeo binario para determinar la presencia de una característica.

NOTA: Esta métrica es sugerida para uso experimental.

TABLA 8.1.2 - Métricas de precisión

Métricas externas de precisión		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala	Tipo de medida de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Precisión esperada	¿Cuán frecuente no son aceptables las diferencias entre los resultados reales y los resultados razonablemente esperados?	Hacer una prueba de casos de $X = A / T$ A = Número de casos encontrados por los usuarios con una diferencia respecto a los resultados razonablemente esperados.	$0 < = X$ Lo más cercano a 0,0 es lo mejor	Ratio	$X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Tiempo}}$	Especificación de requerimientos	6.5 Validación y aseguramiento de calidad	6.3 Aseguramiento de calidad	Desarrollador y usuario
Exactitud de cálculo	¿Cuán frecuente los usuarios finales encuentran resultados inexactos?	Contar el número de casos encontrados por los usuarios con una aceptable diferencia de los resultados razonablemente esperados.	$A = \text{Número de cálculos inexactos encontrados por los usuarios}$ $T = \text{Tiempo de operación}$	$A = \text{Cantidad}$ $T = \text{Tiempo}$	$A = \text{Cantidad}$ $T = \text{Tiempo}$	Manual de operación del usuario	Opinión de usuarios	Reporte de pruebas	Reporte de pruebas
Precisión	¿Cuán frecuente los usuarios finales encuentran resultados con precisión inadecuada?	Registrar el número de cálculos inexactos basado en especificaciones	$0 < = X$ Lo más cercano a 0,0 es lo mejor	Ratio	$X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Tiempo}}$	Especificación de requerimientos	6.5 Validación y aseguramiento de calidad	6.3 Aseguramiento de calidad	Desarrollador y usuario

NOTA: Los resultados razonablemente esperados podrían ser especificados en una especificación de requerimiento, en un manual de usuario o en las expectativas de los usuarios.

NOTA: Los elementos de datos para el cálculo de métricas externas son diseñados para usar información externamente accesible, porque es útil usar métricas externas para los usuarios finales, operadores, responsables de mantenimiento o adquirientes. Por eso, una métrica basada en el tiempo frecuentemente aparece en métricas internas y es diferente de las métricas externas.

TABLA 8.1.3 - Métricas de interoperabilidad

Métricas externas de interoperabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medida	Tipo de escala de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Intercambiabilidad <i>(ad de datos basado en formato de datos)</i>	<i>¿Cuán correctamente han sido implementadas las funciones de interfaz de intercambio para la transferencia de datos especificados?</i>	Probar que cada formato del sistema de intercambio para la transferencia de datos es correcto y se acuerda a las especificaciones de los campos de datos.	$X = A / B$ A = Número de datos que son aprobados para ser intercambiados exitosamente con otro software o sistema durante la prueba de intercambio de datos. B = Número total de formatos de datos a ser intercambiados.	$0 <= X <= 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor	Absoluta	$X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos y/o manual de usuario Reporte de pruebas	6.5 Validación
Intercambiabilidad <i>(ad de datos basado en el intento exitoso del usuario)</i>	<i>¿Cuán frecuentemente el usuario final falla en intercambiar datos entre el producto software y otro software?</i> <i>¿Con qué frecuencia son exitosas las transferencias de datos entre el producto software y otro software?</i> <i>Puede el usuario usualmente intercambiar datos de manera exitosa?</i>	Contar el número de casos en que las funciones de interfaz fueron usadas y fallaron.	$a) X = 1 - A / B$ A = Número de casos en que el usuario falló en el intercambio de datos con otro software o sistemas. B = Número de casos en que el usuario intentó intercambiar datos $b) Y = A / T$ T = Período de tiempo de operación	$0 <= X <= 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor $0 <= Y <= 1$ Lo más cerca de 0,0 es lo mejor	a) Absoluta a = Cantidad b) Ratio Y = Cantidad / Tiempo T = Tiempo	$X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos y/o manual de usuario Reporte de pruebas	5.4 Operación

NOTA: Es recomendada para probar la transacción de datos especificada

TABLA 8.1.4 - Métricas de seguridad

TABLA 8.1.4 «Métricas de seguridad (continuación)

TABLA 8.1.5 - Métricas de conformidad de funcionalidad

Métricas externas de conformidad de funcionalidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de la métrica	Tipo de escala	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCV/S ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Conformidad funcional ¿Cuán conforme es la funcionalidad del producto para aplicar regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de ítems requeridos de conformidad que han sido hallados y compararlos con el número de ítems de conformidad requeridos en la especificación. Diseñar casos de prueba de acuerdo con los ítems de conformidad funcionales especificados.	$X = 1 - A / B$ A = Número de ítems con conformidad funcional especificados que no han sido implementados durante la prueba. B = Número total de ítems de prueba de acuerdo con los ítems de conformidad.	$0 <= X <= 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor	Absoluta	$X = Cantidad$ Cantidad	5.3 Pruebas de conformidad del producto (Manual de 6.5 Validación usuario o Especificación) y relacionado a normas, convenciones y regulaciones	Descripción de conformidad del producto (Manual de 6.5 Validación usuario o Especificación) y relacionado a normas, convenciones y regulaciones	Proveedor	Usuario
Conformidad de la norma de interfaz ¿Cuán conforme son las interfaces respecto a regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de interfaces que alcanzan la conformidad requerida y comparar con el número de interfaces de conformidad requerida de las especificaciones.	$X = A / B$ A = Número de interfaces especificadas correctamente implementadas. B = Número total de interfaces requeridas conformes.	$0 <= X <= 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor	Absoluta	$X = Cantidad$ Cantidad	6.5 Validación	Descripción de conformidad del producto y relacionado a normas, convenciones y regulaciones	Desarrollador	

NOTAS:
 1. Puede ser útil recolectar varios valores de mediciones a lo largo del tiempo, para analizar la tendencia de incremento de los ítems de conformidad satisfechos y determinar si ellos son totalmente satisfechos o no.
 2. Se sugiere contar el número de faltas porque la detección de problemas es un objetivo de las pruebas de efectividad y conveniente para la contabilización y registro.

Métricas externas de conformidad de funcionalidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de la métrica	Tipo de escala	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCV/S ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Conformidad funcional ¿Cuán conforme es la funcionalidad del producto para aplicar regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de ítems requeridos de conformidad que han sido hallados y compararlos con el número de ítems de conformidad requeridos en la especificación. Diseñar casos de prueba de acuerdo con los ítems de conformidad funcionales especificados.	$X = 1 - A / B$ A = Número de ítems con conformidad funcional especificados que no han sido implementados durante la prueba. B = Número total de ítems de prueba de acuerdo con los ítems de conformidad.	$0 <= X <= 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor	Absoluta	$X = Cantidad$ Cantidad	6.5 Validación	Descripción de conformidad del producto y relacionado a normas, convenciones y regulaciones	Proveedor	Usuario
Conformidad de la norma de interfaz ¿Cuán conforme son las interfaces respecto a regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de interfaces que alcanzan la conformidad requerida y comparar con el número de interfaces de conformidad requerida de las especificaciones.	$X = A / B$ A = Número de interfaces especificadas correctamente implementadas. B = Número total de interfaces requeridas conformes.	$0 <= X <= 1$ Lo más cerca de 1,0 es lo mejor	Absoluta	$X = Cantidad$ Cantidad	6.5 Validación	Descripción de conformidad del producto y relacionado a normas, convenciones y regulaciones	Desarrollador	

NOTA:
 1. Todos los atributos de una norma deben ser probados.

8.2 Métricas de fiabilidad

Una métrica externa de fiabilidad debería ser capaz de medir atributos relacionados al comportamiento del sistema del que el software es parte durante la ejecución de una prueba para indicar la extensión de la fiabilidad del software durante la operación del sistema. Sistema y software no son distinguibles uno de otro en muchos casos.

8.2.1 Métricas de madurez

Una métrica externa de madurez debería ser capaz de medir atributos como de qué manera el software está libre de fallas causadas por errores existentes en el propio software.

8.2.2 Métricas de tolerancia a fallos

Una métrica externa de tolerancia a fallos debería poder relacionar la capacidad del software de mantener un nivel de rendimiento específico en caso de un error de operación o transgresión de su interfaz especificada.

8.2.3 Métricas de recuperabilidad

Una métrica externa de recuperabilidad debería ser capaz de medir atributos como la capacidad del software con el sistema para restablecer su adecuado nivel de rendimiento y recuperar los datos directamente afectados en el caso de una falla.

8.2.4 Métricas de conformidad de fiabilidad

Una métrica externa de conformidad de fiabilidad debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones con problemas, u ocurrencia de problemas de conformidad en que el producto software falle para adherirse a normas, convenciones o regulaciones relativas a fiabilidad.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez

Métricas externas de madurez	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Auditoría objetivo
Densidad estimada del error latente	¿Cuántos problemas aún existentes pueden surgir como errores futuros?	Contar el número de errores descubiertos durante un período de prueba definido y predecir el número potencial de errores futuros usando un modelo de estimación creciente de la fiabilidad.	$X = (ABS(A1 - A2)) / B$ $0 < X$	(X: Densidad estimada del error residual latente) ABSQ = Valor absoluto A1 = número total de errores latentes precedidos en un producto software. A2 = Número total de errores detectados actualmente. B = tamaño del producto.	Absoluta Depende de la fase a probar. En las fases finales, cuanto más pequeño el valor es mejor.	A1 = Cantidad A2 = Cantidad B = Tamaño	Reporte de prueba Reporte de operación Reporte del problema	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.5 Validación 6.3 Aseguramiento de la calidad	Desarrollador Responsable de las pruebas Responsable de ACS Usuario
Densidad de fallas contra los casos de prueba	¿Cuántas fallas fueron detectadas durante el período de prueba definido?	Contar el número de fallas detectadas y casos de prueba ejecutados.	$X = A1 / A2$ $0 < X$	A1 = Número de fallas detectadas. A2 = Número de casos de prueba ejecutados.	Absoluta Depende de la fase a probar. En las fases finales, cuanto más pequeño el valor es mejor.	A1 = Cantidad A2 = Cantidad B = Tamaño X = Cantidad / Tamaño Cantidad	Reporte de prueba Reporte de operación Reporte del problema	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.3 Aseguramiento de la calidad	Desarrollador Responsable de las pruebas Responsable de ACS Responsable de ACS

NOTAS:

1. Cuando el número total de errores realmente descubiertos es más grande que el número total de errores latentes, es recomendable predecir de nuevo y estimar un número más grande. Los números más grandes son estimados para predecir razonablemente los errores latentes, pero no para hacer que el producto parezca mejor.
 2. Es recomendable usar varios modelos de estimación de crecimiento de fiabilidad, seleccionar uno de los más convenientes y repetir la predicción con supervisión de los errores descubiertos.
 3. Puede ser útil para predecir un número superior o muy bajo de errores latentes.
 4. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo <0,1> si hace un resumen de características.
- | | | | | | | | | |
|---|--|---|--------------------------|--|---|---|--|---|
| Densidad de fallas contra los casos de prueba | ¿Cuántas fallas fueron detectadas durante el período de prueba definido? | Contar el número de fallas detectadas y casos de prueba ejecutados. | $X = A1 / A2$
$0 < X$ | Absoluta
Depende de la fase a probar. En las fases finales, cuanto más pequeño el valor es mejor. | A1 = Cantidad
A2 = Cantidad
B = Tamaño
X = Cantidad / Cantidad | Reporte de prueba
Reporte de operación
Reporte del problema | 5.3 Integración
5.3 Pruebas de calificación
5.4 Operación
6.3 Aseguramiento de la calidad | Desarrollador
Responsable de las pruebas
Responsable de ACS |
|---|--|---|--------------------------|--|---|---|--|---|

NOTAS:

1. El valor más grande es mejor, en la fase más tardía de prueba u operación. Es recomendable supervisar la tendencia de esta medida en el tiempo.
2. Esta métrica depende favorablemente de la suficiencia de casos de prueba que deben diseñarse para incluir los casos apropiados; por ejemplo: casos normales, excepcionales y anormales.
3. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo <0,1> si hace un resumen de características.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez (continuación)

Métricas externas de madurez	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Resolución de fallas	¿Cuántas condiciones de fallas son resueltas?	Contar el número de fallas que no vuelven a ocurrir durante el periodo de prueba bajo condiciones similares.	$X = A1 / A2$	$0 < = X < = 1$ El valor más cercano a 1,0 es lo mejor cuanto más fallas son resueltas.	Absoluta	$A1 =$ Cantidad de fallas actualmente detectadas.	$A1 =$ Cantidad de fallas detectadas y resueltas.	Usuario Responsable de ACS
		Mantener un informe de resolución de problemas que describe el estado de todas las fallas.	$A2 =$ Número total de fallas detectadas.	$A2 =$ Número total de fallas detectadas y resueltas.	$A2 =$ Cantidad de fallas detectadas.	$A3 =$ Cantidad de fallas resueltas.	$X =$ Cantidad / Cantidad de fallas resueltas.	Reporte de operación. Responsable de mantenimiento

NOTAS:

1. Es recomendable supervisar la tendencia cuando esta medida es usada.
2. El número total de fracciones latentes predichos puede ser estimado usando modelos de crecimiento de fiabilidad ajustados con datos históricos reales, relacionado para productos software similar. En tal caso, el número actual y las fallas predichas pueden ser comparables y el número de fallas residuales no resueltas pueden ser medidas.

Densidad de falla	¿Cuántas fallas fueron detectadas durante el periodo de prueba definido?	Contar el número de fallas detectadas y calcular la densidad.	$X = A / B$	$0 < = X$ Depende de la fase a probar. En las fases finales, cuanto más pequeño el valor es mejor.	Absoluta	$A =$ Cantidad de fallas detectadas.	$B =$ Tamaño del producto.	Desarrollador Responsable de las pruebas
			$A =$ Número de fallas detectadas.	$X =$ Cantidad / Tamaño	$B =$ Reporte de operación.	$A =$ Cantidad de fallas detectadas.	$B =$ Reporte del problema.	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.3 Aseguramiento de la calidad de ACS

NOTAS:

1. El valor más grande es mejor, en la fase temprana de prueba. Por el contrario, el valor más pequeño es mejor, en la fase tardía de prueba o funcionamiento. Es recomendable supervisar la tendencia de esta medida junto con el tiempo.
2. El número de fallas detectadas divididas por el número de casos de prueba indica la efectividad de los casos de prueba.
3. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo $<0,1>$ si hace un resumen de características.
4. Al contar las fallas, preste atención en lo siguiente:
 - Posibilidad de duplicación, porque múltiples reportes pueden contener la misma falla.
 - La posibilidad de otras fallas, porque usuarios o verificadores no pueden deducir si sus problemas son error de operación, error del entorno o falla del software.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez (continuación)

Métricas externas de madurez	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Eliminación de fallas	¿Cuántas fallas han sido corregidas?	Contar el número de fallas eliminadas durante la prueba y comparar con el total de fallas detectadas y el total de fallas predichas.	a) $X = A1 / A2$ A1 = Número de fallas corregidas. A2 = Número total de fallas detectadas actualmente.	0 <= X < = 1 El valor más cercano a 1,0 es lo mejor cuanto menos fallas queden.	a) Absoluta	A1 = Cantidad	Reporte de prueba	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación base de datos	Desarrollador
			b) $Y = A1 / A3$ A3=Número total de fallas latentes predichas en el producto software.	El valor más cercano a 1,0 es lo mejor cuanto menos fallas queden.	b) Absoluta	A2 = Cantidad A3 = Cantidad	Organización de la base de datos	6.5 Validación 6.3 Aseguramiento de la calidad	Responsable de ACS
						X = Cantidad / Cantidad			Responsable de mantenimiento

NOTAS:

1. Es recomendable supervisar la tendencia durante un intervalo definido de tiempo.
2. El número total de fallas latentes predichos puede ser estimado usando modelos de crecimiento de fiabilidad ajustados con datos históricos reales, relacionado con productos software similares.
3. Es recomendable supervisar la proporción Y de resolución de fallas estimadas, así que si $Y > 1$ investiga la razón porque más fallas se han descubierto temprano o porque el producto software contiene un número inusual de fallas.
4. En otro caso cuando $Y < 1$ investiga la razón porque menos fallas que el número usual de defectos o porque la prueba no ha sido adecuada para detectar todas las posibles fallas.
5. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo $<0,1>$ si hace un resumen de características.
5. La posibilidad de otras fallas, porque usuarios o verificadores no pueden deducir si sus problemas son error de funcionamiento, error del entorno o falla del software.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez (continuación)

Métricas externas de madurez	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Tiempo medio entre fallas (TMEF)	¿Cuál es la frecuencia de fallas del software en operación?	Contar el número fallas ocurridas durante un periodo definido de operación y calcular el intervalo promedio entre fallas.	a) $X = T_1 / A$ b) $Y = T_2 / A$ T1 = Tiempo de operación. T2 = Suma de intervalos de tiempo entre ocurrencia de fallas consecutivas. A = Número total de fallas detectadas actualmente (Fallas ocurridas durante el tiempo de operación observado).	0 < X,Y Cuanto más grande el valor es mejor tanto como mayor puede ser el tiempo esperado entre fallas	a) Ratio b) Ratio T1 = Tiempo de operación. T2 = Tiempo / X = Tiempo / Cantidad	A = Cantidad T1 = Tiempo T2 = Tiempo X = Tiempo / Cantidad	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Pruebas de operación 5.4 Operación	Reporte de prueba Reporte de operación Reporte de operación / Cantidad

NOTAS:

1. La siguiente investigación puede ser de ayuda:
Distribución del tiempo entre ocurrencia de fallas.
Los cambios de tiempo medio junto con el intervalo del intervalo de tiempo de funcionamiento. Distribución que indica qué función y operación tiene frecuentemente ocurrencia de fallas por la dependencia de función y uso.
2. Puede usarse alternativamente la proporción de falla o cálculo de riesgo.
3. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo $<0,1>$ si hace un resumen de características.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez (continuación)

Métricas externas de madurez Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Cobertura de prueba (Especificación del escenario de operación de la cobertura de pruebas)	¿Cuántos casos de prueba requeridos se han ejecutado durante la prueba?	Contar el número de casos de prueba ejecutados durante la prueba y comparar con el número de casos de prueba requerido para obtener una adecuada cobertura de pruebas.	X=A / B	0<=X<=1	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos	5.3 Pruebas de calificación 6.5 Validación	Desarrollador

NOTA:
Los casos de prueba pueden ser normalizados por el tamaño de software, que es:
Cobertura de la densidad de prueba $Y = A / C$, donde
 $C = \text{Tamaño del producto a ser probado}$.
Cuanto más grande el valor de Y es lo mejor.
El tamaño puede ser funcional y medida por el usuario.

TABLA 8.2.1 - Métricas de madurez (continuación)

Métricas externas de madurez	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Madurez de la prueba	¿Está el producto bien probado?	Contar el número de casos de prueba pasados que han sido realmente ejecutados y comparar el número total de casos de prueba ejecutados según los requisitos.	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$ El valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	5.3 Pruebas de calificación requerimientos 6.3 Aseguramiento de la calidad	Desarrollador Responsable de las pruebas

NOTAS:

1. Es recomendable para el rendimiento de la prueba de estrés usar datos históricos especialmente de períodos máximos. También es recomendable para garantizar que los siguientes tipos de prueba son ejecutados y pasados satisfactoriamente:
Escenario de operación del usuario,
Máximo estrés,
Sobrecarga de entrada de datos;

2. Los casos de prueba pasados pueden ser normalizados por el tamaño del software, que es:
Densidad de casos de prueba pasados $Y = A/C$, donde
 $C =$ Tamaño del producto a ser probado.
Cuanto más grande el valor de Y es mejor.
El tamaño puede ser funcional y medido por el usuario.

TABLA 8.2.2 - Métricas de tolerancia a fallos

TABLA 8.2.2 - Métricas de tolerancia a fallos (continuación)

Métricas externas de tolerancia a fallos	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Prevención de operación incorrecta	¿Cuántas funciones son implementadas con capacidad de prevención de operación incorrecta?	Contar el número de casos de prueba de operaciones incorrectas cuando son previstas para causar fallas críticas y serias y comparar con el número de casos de prueba de tipos de operaciones incorrectas a ser considerados.	$X = A / B$	0 <= X <= 1 El valor más cercano a 1,0 es lo mejor, cuanto más prevista es la operación incorrecta de usuario.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad $X = \frac{A}{B}$ Cantidad	Reporte de pruebas Reporte de operación	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Responsable de mantenimiento

NOTAS:

1. También los datos dañados en adición a fallas del sistema.
2. Tipos de operación incorrectos
 - Tipos de datos incorrectos como parámetros.
 - Secuencia incorrecta de entrada de datos.
 - Secuencia incorrecta de operación.
3. La técnica de análisis de árbol de errores puede ser usada para detectar tipos de errores.
4. Esta métrica puede ser usada experimentalmente.

TABLA 8.2.3 - Métricas de recuperabilidad

Métricas externas de recuperabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audacia objetivo
Disponibilidad <i>¿Cuán disponible está el sistema para su uso durante un período de tiempo específico?</i>	Probar el sistema en un entorno como producción para un período de tiempo específico ejecutando todas las operaciones del usuario.	Medir el período de tiempo de reparación para cada momento en que el sistema no estuvo disponible durante la prueba.	a) $X = \{T_0 / (T_0 + T_r)\}$ b) $Y = A_1 / A_2$	0 <= X <= 1 Lo más cercano de 1,0 es lo mejor, así el usuario puede utilizar el software por más tiempo. 0 <= Y <= 1 Lo más cercano de 1,0 es lo mejor	a) Absoluta b) Absoluta	$T_0 = Tiempo$ $T_r = Tiempo$ $X = Tiempo / Tiempo$	Reporte de pruebas Reporte de operación	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Responsable de mantenimiento

NOTA: Es recomendable que estas métricas incluyan sólo la recuperación automática provista por el software y excluya el trabajo de mantenimiento humano.

El punto de vista de operación de la función invocada por el usuario

TABLA 8.2.3 - Métricas de recuperabilidad (continuación)

Métricas externas de recuperabilidad	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Tiempo promedio de inoperabilidad	<i>¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema no está disponible cuando una falla ocurre antes de un inicio gradual de operación?</i>	Medir el tiempo inactivo del sistema en el que el sistema no está disponible durante un período de prueba específico y calcular el tiempo promedio.	$X = T / B$	$0 < X$	Lo más cercano de 0,0 es lo mejor, el sistema estaría inactivo por tiempos cortos	Ratio	$T = \text{Tiempo}$ $B = \text{Cantidad}$	Reporte de pruebas	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.5 Validación	Usuario Responsable de mantenimiento
Tiempo medio de recuperación	<i>¿Cuál es el tiempo promedio que el sistema toma para completar la recuperación desde el inicio de la recuperación?</i>	Medir los tiempos totales de recuperación por cada vez que el sistema estuvo inactivo durante el período de prueba especificado y calcular el tiempo promedio.	$X = \text{Sum}(T) / B$	$0 < X$	El valor más pequeño es lo mejor	Ratio	$T = \text{Tiempo}$ $B = \text{Cantidad}$	Reporte de operación	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.5 Validación	Usuario Responsable de mantenimiento

NOTAS:

1. Es recomendable que esta métrica de recuperación incluya sólo la recuperación automática provista por el software y excluya el trabajo de mantenimiento humano.
2. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo $<0,1>$ si hace un resumen de características.

NOTAS:

1. Es recomendable medir el tiempo máximo del peor caso o la distribución del tiempo de recuperación para muchos casos.
2. Es recomendable que esta métrica de recuperación incluya sólo la recuperación automática provista por el software y excluya del trabajo de mantenimiento manual.
3. Es recomendable para distinguir los grados de dificultad de recuperación, por ejemplo, la recuperación de bases de datos destruidas es más difícil que la recuperación de transacciones destruidas.
4. Es necesario convertir este valor (X) al intervalo $<0,1>$ si hace un resumen de características.

TABLA 8.2.3 - Métricas de recuperabilidad (continuación)

Métricas externas de recuperabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PEVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Reiniciabilidad ¿Cuán a menudo el sistema puede reiniciar proporcionando el servicio a los usuarios dentro del tiempo requerido?	Contar el número de veces que el sistema reinicia y proporciona el servicio a los usuarios dentro de un objetivo requerido de tiempo y comparar con el número total de reinicios, cuando el sistema tuvo una caída durante el período de prueba especificado.	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$ Lo más cercano de 1,0 es lo mejor, así el usuario puede reiniciar más fácilmente	Absoluta	$A =$ Cantidad $B =$ Cantidad $X =$ Cantidad / Cantidad	$A =$ Cantidad $B =$ Cantidad / Cantidad	Reporte de pruebas Reporte de operación	5.3 Integración 5.3. Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.5 Validación	Usuario Responsable de mantenimiento
Capacidad de restauración ¿Cuán capaz es el producto en restaurarse por sí mismo después de un evento anormal o pedido?	Contar el número de restauraciones satisfactorias y comparar con el número de pruebas de restauración requeridas en las especificaciones. Ejemplo de requerimiento de restauración: Punto de control de la base de datos, punto de control de la transacción, restablecimiento de función, cancelación de función, etc.	$X = A / B$ $A =$ Número de casos de restauración realizados con éxito $B =$ Número de casos de restauración probados según los requerimientos	$0 <= X <= 1$ Lo más cercano de 1,0 es lo mejor, así el producto es más capaz de restaurar en los casos definidos	Absoluta	$A =$ Cantidad $B =$ Cantidad $X =$ Cantidad / Cantidad	$A =$ Cantidad $B =$ Cantidad / Cantidad	Reporte de pruebas Reporte de operación	5.3 Integración 5.3. Pruebas de requerimientos 5.4 Operación 6.5 Validación de usuario	Usuario Responsable de mantenimiento

NOTAS:
1. Es recomendable estimar tiempos diferentes de reinicios para correspondientes niveles de gravedad de inoperancia, como la destrucción de una base de datos, pérdida de transacciones múltiples, pérdida de transacciones simples, o la destrucción de los datos temporales.

2. Es recomendable que esta métrica de recuperación incluya sólo la recuperación automática provista por el software y excluida del trabajo de mantenimiento manual.

NOTA:
1. Es recomendable que esta métrica incluya sólo la recuperación automática provista por el software y excluya del trabajo de mantenimiento humano.

TABLA 8.2.3 Métricas de recuperabilidad (continuación)

Métricas externas de recuperabilidad	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Efectividad de restauración	¿Cuán efectiva es la capacidad de restauración?	Contar el número de pruebas de restauración que cumplía el tiempo de restauración objetivo?	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$ A = Número de casos restaurados B = Número de casos restauraciones requerido en el tiempo objetivo.	Absoluta Lo más cercano de 1.0 es lo mejor, mientras el proceso de restauración en el producto es más efectivo. B = Número de casos ejecutados según los requerimientos	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad	Reporte de pruebas Reporte de operación	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.5 Validación	Usuario Responsable de mantenimiento

NOTA:

1. Es recomendable que esta métrica incluya sólo la recuperación automática provista por el software y excluya del trabajo de mantenimiento humano:

TABLA 8.2.4 - Métricas de conformidad de fiabilidad

Métricas externas de conformidad de fiabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de la fiabilidad	¿Cuán conforme es la fiabilidad del producto a las regulaciones aplicables, las normas y las convenciones?	Contar el número de los ítems X = 1 - A / B	0 < = X < = 1 Lo más cercano de 1,0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad de usuario o especificación de la conformidad y de las normas relacionadas, que no han sido implementados durante la prueba. B = Número total de ítems con conformidad de fiabilidad especificados	B = Cantidad / Cantidad X = Cantidad / Cantidad	La descripción del producto (manual de usuario o especificación) de la conformidad y de las normas relacionadas, convenciones o regulaciones)	5.3 Prueba de la calificación 6.5 Validación	Proveedor Usuario

NOTA: Puede ser útil recoger varios valores medidos a lo largo del tiempo, de analizar la tendencia de los ítems cada vez más satisfechos de la conformidad y de determinarse si están satisfechos completamente o no.

8.3 Métricas de usabilidad

Una métrica externa de usabilidad debería ser capaz de medir el grado en el cual el software puede ser entendido, aprendido, operado, atractivo y conforme a las regulaciones y pautas de usabilidad.

Muchas métricas externas de usabilidad son probadas por usuarios que intentan usar una función. Los resultados serán influenciados por las capacidades de los usuarios y las características del computador en donde reside el software. Esto no invalida las mediciones, desde que el software evaluado se corre bajo las condiciones explícitamente especificadas por una muestra de usuarios que es representativa de un grupo de usuarios identificado. (Para los productos de uso general, pueden usarse representantes de un rango de grupos de usuarios). Para los resultados fiables un ejemplo de por lo menos ocho usuarios es necesario, aunque puede obtenerse la información útil de grupos más pequeños. Los usuarios deben llevar a cabo la prueba sin ninguna ayuda externa o indirecta.

Las métricas para la entendibilidad, facilidad de aprendizaje y operabilidad tienen dos tipos de métodos de aplicación: prueba de usuario o prueba del producto en uso.

NOTA 1: Prueba de Usuario. Usuarios que intentan usar una función prueban muchas métricas externas. Estas medidas pueden variar ampliamente entre individuos diferentes. Un ejemplo de un usuario que es representativo de un grupo de usuarios identificado debe llevar a cabo la prueba sin ninguna ayuda externa o indirecta. (Para productos de uso general, pueden usarse representantes de un rango de grupos de usuarios). Para resultados fiables una muestra de por lo menos ocho usuarios es necesaria, aunque puede obtenerse la información útil de los grupos más pequeños.

Debe ser posible para las medidas a ser usadas establecer el criterio de aceptación o hacer las comparaciones entre los productos. Esto significa que las medidas deberían estar contando ítems de valor conocido. Los resultados deben reportar el valor promedio y la norma del promedio.

Muchas de estas métricas pueden probarse con los prototipos iniciales del software. Las métricas a ser aplicadas dependerán de la importancia relativa de diferentes aspectos de usabilidad, y la subsecuente magnitud en las pruebas de calidad en uso.

NOTA 2: Prueba del producto en uso. En lugar de la prueba de las funciones específicas, algunas métricas externas observan el uso de una función durante el uso más general del producto para lograr una tarea típica como parte de una prueba de la calidad en uso (ISO/IEC-TR 9126-4). Esto tiene la ventaja que se requieran menos pruebas. La desventaja es que algunas funciones sólo pueden usarse raramente durante el uso normal.

Debe ser posible para las medidas a ser usadas establecer el criterio de aceptación o hacer las comparaciones entre los productos. Esto significa que las medidas deben estar contando ítems de valor conocido. Los resultados deben informar el valor promedio y el error estándar del promedio.

8.3.1 Métricas de entendibilidad

Los usuarios deberían ser capaces de seleccionar un producto software que es conveniente para su propósito. Una métrica externa de entendibilidad debería ser capaz de evaluar si los nuevos usuarios pueden entender:

- Si el software es apropiado.
- Cómo puede usarse para tareas particulares.

8.3.2 Métricas de facilidad de aprendizaje

Una métrica externa de facilidad de aprendizaje debería ser capaz de evaluar cuánto tiempo los usuarios toman para aprender a usar las funciones particulares, y la efectividad de los sistemas de ayuda y documentación.

La facilidad de aprendizaje se relaciona fuertemente a la comprensión, y las medidas de ésta pueden ser indicadores de facilidad de aprendizaje potencial del software.

8.3.3 Métricas de operabilidad

Una métrica externa de operabilidad debería ser capaz de evaluar si los usuarios pueden operar y controlar el software. La métrica de operabilidad puede categorizarse por los principios del diálogo en la ISO 9241-10:

- La conveniencia del software para la tarea.
- Auto descripción del mismo software.
- La capacidad de control del software.
- La conformidad del software con las expectativas del usuario.
- La tolerancia a error del software.

- La conveniencia del software para la individualización.

La elección de funciones para probar será influenciada por la frecuencia esperada de uso de las funciones, la criticidad de las funciones, y cualquier problema anticipado de la usabilidad.

8.3.4 Métricas de atractividad

Una métrica externa de atractividad debería ser capaz de evaluar la apariencia del software, y será influenciada por los factores como el diseño de la pantalla y color. Esto es particularmente importante para los productos de usuario final.

8.3.5 Métrica de conformidad de usabilidad

Una métrica externa de conformidad de usabilidad debería ser capaz de evaluar la adhesión a las normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas a la usabilidad.

TABLA 8.3.1 - Métricas de entendibilidad

Métricas externas de entendibilidad	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Claridad de la descripción	¿Qué proporción de las funciones (o tipos de funciones) es entendida adecuadamente después de leer la descripción del producto?	Conducir la prueba de usuario X = A / B y entrevistar al mismo con cuestionarios u observaciones después de leer la descripción del producto?	0 <= X <= 1	Absoluta	A = Cantidad	Manual de usuario 5.3 Prueba de la clasificación	Usuario		
Accesibilidad de demostración	¿Qué proporción de demostraciones / tutoriales puede acceder el usuario?	Contar el número de las funciones que se entienden adecuadamente y comparar con el número total de funciones en el producto.	A = Número de funciones (o tipos de funciones) B = Total de número de funciones (o tipos de funciones)	Lo más cercano a 1,0 es lo mejor.	B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Reporte de operación	Responsable de mantenimiento	5.4 Operación	

NOTA: Esto indica si los usuarios potenciales entienden la capacidad del producto después de leer la descripción del producto.

Métricas externas de entendibilidad	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Accesibilidad de demostración	¿Qué proporción de demostraciones / tutoriales puede acceder el usuario?	Conducir la prueba de usuario X = A / B y observar su comportamiento	0 <= X <= 1	Absoluta	A = Cantidad	Manual de usuario 5.3 Prueba de la clasificación	Usuario		
		Contar el número de funciones que son adecuadamente demostrables y comparar con el número total de funciones que requieren capacidad de demostración.	A = Número de demostraciones/ tutoriales que el usuario accede exitosamente. B = Número de las demostraciones/ tutoriales disponibles.	Lo más cercano a 1,0 es lo mejor.	B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Reporte de operación	Responsable de mantenimiento	5.4 Operación	

NOTA: Esto indica si los usuarios pueden encontrar las demostraciones y los tutoriales.

TABLA 8.3.1 - Métricas de entendibilidad (continuación)

TABLA 8.3.1 - Métricas de entendibilidad (continuación)

Métricas externas de entendibilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Funciones evidentes	¿Qué proporción de funciones (o de tipos de función) puede ser identificadas por el usuario basado en condiciones de inicio?	Conducir la prueba de usuario X = A / B y observar su comportamiento en entrevistas con cuestionarios.	0 <= X <= 1	Absolute	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Manual de usuario 5.3 Prueba de la calificación 5.4 Operación	Usuario Responsable de mantenimiento	
Función de comprensión	¿Qué proporción de funciones del producto el usuario es capaz de entender correctamente?	Contar el número de las funciones que son evidentes para el usuario y comparar con el número total de funciones.	A = Número de funciones (tipos de funciones) B = Número total de funciones actuales (o tipos de funciones)	Lo más cercano a 1,0 es lo mejor.				

NOTA: Esto indica si los usuarios son capaces de localizar funciones explorando la interfaz (por ejemplo examinando los menús).

Métricas externas de entendibilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Funciones evidentes	¿Qué proporción de funciones (o de tipos de función) puede ser identificadas por el usuario basado en condiciones de inicio?	Conducir la prueba de usuario X = A / B y observar su comportamiento en entrevistas con cuestionarios.	0 <= X <= 1	Absolute	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Manual de usuario 5.3 Prueba de la calificación 5.4 Operación	Usuario Responsable de mantenimiento	
Función de comprensión	¿Qué proporción de funciones del producto el usuario es capaz de entender correctamente?	Contar el número de las funciones de la interfaz, donde B = Número de funciones los propósitos son entendidos fácilmente por el usuario y compararlos con el número de las funciones disponibles para el usuario.	A = Número de funciones de la interfaz, cuyo propósito se describe correctamente por el usuario	El más cercano a 1,0 es lo mejor.				

NOTA: Esto indica si los usuarios son capaces de comprender las funciones explorando la interfaz (por ejemplo examinando los menús).

TABLA 8.3.1 - Métricas de entendibilidad (continuación)

Métricas externas de entendibilidad	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Comprendimiento de entradas y salidas	¿Pueden los usuarios entender qué es requerido y entrevistar al usuario con los datos de entrada y cuestionarios u observar su comportamiento?	Conducir la prueba de usuario $X = 1 - A / B$		0 < = X < = 1	Absoluta Lo más cercano a 1,0 es lo mejor.	A = Cantidad B = Cantidad / Entrada y salida entendidos satisfactoriamente por el usuario	Manual de usuario 5.3. Prueba de la calificación	Usuario Responsable de mantenimiento	

NOTA: Esto indica si los usuarios pueden entender el formato en el cual los datos deben ser ingresados e identificar correctamente el significado de los datos de salida.

TABLA 8.3.2 - Métricas de facilidad de aprendizaje

TABLA 8.3.2.- Métricas de facilidad de aprendizaje (continuación)

Métricas externas de facilidad de aprendizaje	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Facilidad de la interacción de la interfaz	Propósito de la métrica	Observar el comportamiento del usuario.	X = A / B	0 < = X < = 1 Lo más cercano a 1.0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Usuario
Facilidad de la documentación de las funcionalidades del sistema de ayuda en uso	¿Qué proporción de las documentaciones de funciones puede ser utilizada correctamente por el usuario?	Contar el número de las funciones usadas	A = Número de funciones que pueden ser usadas	0 < = X < = 1 Lo más cercano a 1.0 es lo mejor.	Absoluta	B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Disseñador de interfaz de usuario
Frecuencia de la ayuda	¿Con qué frecuencia un usuario tiene que acceder a la ayuda para aprender a la operación para terminar su tarea de trabajo?	Hacer una prueba al usuario y X = A / B	A = Número de accesos a la ayuda para aprender a la operación para terminar su tarea de trabajo?	0 < = X < = 1 Lo más cercano a 1.0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Usuario
NOTA: Esta métrica se utiliza generalmente para experimentación y justificación más que otras.	Accesibilidad de la ayuda	Contar el número de las tareas las cuales la ayuda en línea correcta es localizada y comparar con el número total probadas.	A = Número de tareas para la correcta es localizada y B = Número total de tareas	0 < = X < = 1 Lo más cercano a 1.0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Disseñador de interfaz de usuario
Frecuencia de la ayuda	¿Con qué frecuencia un usuario tiene que acceder a la ayuda para aprender a la operación para terminar su tarea de trabajo?	Hacer una prueba al usuario y X = A / B	A = Número de casos en la ayuda hasta que un usuario termina su tarea.	0 < = X < = 1 Lo más cercano a 0.0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Usuario
						6.5 Validación 5.3 Prueba de la calificación 5.4 Operación	Disseñador de interfaz de usuario

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad a) Conforme con la expectativa operacional del usuario

Métricas externas de operabilidad a) Conforme con la expectativa operacional del usuario						
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición
Consistencia operacional en el uso	¿Qué consistente es el componente de la interfaz del usuario y preguntar su opinión?	Observar el comportamiento de usuario?	a) $X = 1 - A / B$ A = Número de mensajes o funciones en que el usuario encuentra inconsistencias inaceptables con sus expectativas B = Número de mensajes o funciones	0 <= X <= 1 Lo más cercano de 1,0 es lo mejor. 0 <= Y Lo más cercano de 0,0 es lo mejor.	a) Absoluta A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad Reporte de operación Registro del monitoreo al usuario	b) Ratio TUO = Tiempo N = Número de operaciones que el usuario encuentra inconsistencias inaceptables con sus expectativas TUO = Tiempo de operación del usuario (durante el período de la observación)

- NOTAS:**
- La experiencia de la operación del usuario es generalmente provechosa para reconocer varios patrones de operación, que derivan de la expectativa del usuario.
 - Ambas "previsibilidad de la entrada" y la "previsibilidad de la salida" son efectivas para la consistencia operacional.
 - Esta métrica se puede utilizar para medir "la facilidad para devolver la operación" y "la comunicación fluida".

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad b) Controlable

Métricas externas de operabilidad b) Controlable	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Corrección de error	i. Puede el usuario corregir fácilmente errores en las tareas?	Conducir la prueba del usuario y observar el comportamiento del usuario.	$T = T_{cor} - T_{ini}$	$0 < T$ El valor más pequeño es lo mejor.	Ratio	$T_s, T_c = \frac{T}{T_{ini}}$ $T = Tiempo$	Reporte de operación Registro de monitoreo de usuario	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario

$T_{ini} =$ Tiempo de inicio de la corrección de errores de tipo específico de la tarea ejecutada

NOTA:

1. Se recomienda al usuario de esta métrica especificar los tipos de errores para los casos de prueba a ser considerados, por ejemplo: severidad (mostrando el error o destruyendo datos), tipo de error de entrada/salida (error en el ingreso del texto, error en los datos de salida a la base de datos o errores gráficos en la pantalla del dispositivo de salida) o tipo de error de situación operacional (uso interactivo u operativo emergente).

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad b) Controlable (continuación)

Métricas externas de operabilidad b) Controlable	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de métrica	Tipo de escala medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Corrección de error en uso	¿ Puede el usuario corregir fácilmente sus errores o reiniciar las tareas?	Observar el comportamiento del usuario que esté operando el sistema.	a) $X = A / TUO$ A = Número de veces que el usuario logra corregir sus errores o reiniciar sus tareas	0=<X Cuento más alto el valor es mejor.	a) Ratio TUO = Tiempo X = Cantidad / Tiempo	A = Cantidad TUO = Reporte de operación Registro de monitoreo de usuario	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Desarrollador de interfaz de usuario

TUO = Tiempo de operación del usuario durante el período de observación

COMENTARIOS:

Cuando la función es probada una por una, el ratio puede ser también calculado como el ratio del número de funciones las cuales el usuario logra cancelar su operación respecto al total de funciones.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad b) Controlable (continuación)

Métricas externas de operabilidad b) Controlable	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Corrección de error en uso (continuación)	¿Puede el usuario recuperar fácilmente sus datos de entradas?	Observar el comportamiento del usuario que está operando el sistema.	b) $X = A / B$	$0 \leq X \leq 1$	b) Absoluta	a) Cantidad	Reporte de operación	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario

A = Número de pantallas o formatos donde el dato de entrada fue modificado o cambiado satisfactoriamente antes de ser elaborado.

B = Número total de pantallas o formatos donde el usuario trata de modificar o cambiar el dato de entrada durante el tiempo de operación del usuario observado.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad c) Adecuado para la operación de la tarea

Métricas externas de operabilidad c) Adecuado para la operación de la tarea		Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica						
Disponibilidad en uso del valor por defecto	¿ Puede el usuario seleccionar fácilmente los parámetros de operación?	Observar el comportamiento del usuario que está operando el sistema.	X = 1 - A / B	0 < = X < = 1	Absoluta	A = Cantidad de operación B = Cantidad de falla X = Cantidad / Cantidad	Usuario
		Comptar cuántas veces el usuario intenta establecer o seleccionar valores de parámetros y falla, (por que el usuario no puede usar el valor por defecto provisto por el software)	A = Número de veces que el usuario falla al establecer o seleccionar valores de parámetros en un periodo corto (por que el usuario no puede usar el valor por defecto provisto por el software)	El valor más cercano a 1,0 es lo mejor.		6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Desarrollador de interfaz de usuario

NOTAS:

1. Es recomendable observar y registrar el comportamiento del operador y decidir el tamaño del período que es aceptable como período corto, para seleccionar parámetros de valor.
2. Cuando los parámetros de configuración de las funciones son probados por cada función, el ratio de funciones disponibles también puede ser calculado.
3. Es recomendable conducir pruebas funcionales que cubran los parámetros de configuración de funciones.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad d) Auto descriptivo (guía)

Métrica externas de operabilidad d) Autodescriptivo (guía)	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Entendibilidad del mensaje en uso	<ul style="list-style-type: none"> ¿ Puede el usuario entender fácilmente los mensajes del sistema software? ¿ Hay algún mensaje cuyo entendimiento causa un retraso antes de comenzar la siguiente acción? ¿ Puede el usuario memorizar fácilmente mensajes importantes? 	Observar el comportamiento del usuario que esté operando el sistema	$X = A / TUO$ $A = \text{Número de veces que el usuario se detiene por un período largo o sucesivamente, y repetidamente falla en la misma operación, por la dificultad para comprender un mensaje.}$ $TUO = \text{Tiempo de operación del usuario (período de observación).}$	$0 < X$ El valor más pequeño y cercano a 0,0 es lo mejor.	Ratio	$A = \text{Cantidad TUO} = \text{Tiempo}$ $X = \text{Cantidad / Tiempo}$	Reporte de operación Reporte de operación	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Diseñador de interfaz de usuario

NOTAS:

- La extensión de la facilidad para comprender el mensaje está representada por el tiempo de demora del usuario en comprender el mensaje antes de iniciar la siguiente acción. Por consiguiente, es recomendable observar y registrar el comportamiento del operador y decidir qué cantidad de tiempo de pausa es considerado un "periodo largo".
- Es recomendable investigar como posibles causas del problema de comprensión de mensajes del usuario, las siguientes:
 - Atención: atención implica que el usuario reconoce satisfactoriamente la importancia de la información presentada en los mensajes; como una guía para la próxima acción del usuario, nombre de los datos a ser revisados y las alertas de operación.
 - El usuario eventualmente ignora mensajes importantes?
 - ¿ Puede el usuario evitar errores de operación, porque reconoce mensajes importantes?
 - Recordable: recordable implica que el usuario recuerde mensajes importantes que muestran información que lo guían para la próxima acción, el nombre de los datos a ser revisados y alertas de operación.
 - Puede el usuario recordar fácilmente mensajes importantes?
 - ¿ Es de ayuda al usuario recordar los mensajes importantes?
 - Si los mensajes son probados uno a uno, se puede calcular el ratio de mensajes comprendidos con respecto al total.
- Cuando se observan varios usuarios que participan en una prueba operacional, se puede calcular el ratio de usuarios que comprenden los mensajes respecto del total.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad d) Auto descriptivo (guía) (continuación)

Métricas externas de operabilidad d) Auto descriptivo (guía)	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Mensajes de error auto explicativos	¿ En qué proporción de las condiciones de error, el usuario propone la acción correcta de recuperación?	Conducir la prueba del usuario y observar el comportamiento del usuario.	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$ El valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad de condiciones de error para las cuales el usuario propone la acción correcta de recuperación. B = Número de condiciones de error probadas.	A = Cantidad de operación B = Cantidad / Cantidad X = Cantidad / Cantidad de monitoreo de usuario	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Diseñador de interfaz de usuario

NOTA: Esta métrica es generalmente usada para uso experimental y justificado.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad e) Tolerancia errores operacionales (libre de errores humanos)

Métricas externas de operabilidad d) Tolerancia errores operacionales (libre de errores humanos)					
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida
Recuperabilidad operacional en uso	¿Puede el usuario recuperarse fácilmente de la peor situación?	Observar el comportamiento del usuario que está operando el sistema.	$X = 1 - A / B$	$0 < X \leq 1$ El valor más cercano a 0,0 es lo mejor.	Absolute A = Cantidad B = Cantidad $X = \frac{A}{B}$ Cantidad

Nota: La fórmula anterior es representativa del peor caso. El usuario de esta métrica puede tomar en cuenta la combinación de: 1) el número de errores donde el usuario es o no advertido por el sistema y 2) el número de ocasiones donde el usuario satisfactoriamente se recupera de la situación.

B = Número de errores
de usuario o cambios.

OTA: La fórmula anterior es representativa del peor caso. El usuario de esta métrica puede tomar en cuenta la combinación de: 1) el número de errores donde el usuario es o no advertido por el sistema y 2) el número de ocasiones donde el usuario satisfactoriamente se recupera de la situación.

TABLA 8.3.3 Métricas de operabilidad e) Tolerancia errores operacionales (libre de errores humanos) (continuación)

Métricas externas de operabilidad d) Tolerancia errores operacionales (libre de errores humanos)		Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos		Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación							
Tiempo entre errores de operación humanos en uso	¿ Puede el usuario operar suficiente tiempo el software sin errores humanos?	Observar el comportamiento del usuario que esté operando el sistema	$X = T / N$ (en el tiempo t en $[t-T,t]$)	$0 < X$ Cuanto mayor sea el valor es lo mejor.	Ratio	$T = Tiempo$	Reporte de operación	6.5 Validación N = Cantidad $X = Tiempo / Cantidad$	Usuario
			$T = \text{Periodo de tiempo de operación durante observación (o la suma de tiempos de operación entre errores humanos en operación).}$					5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Desarrollador de interfaz de usuario
			$N = \text{Número de ocurrencias de errores humanos de operación del usuario}$					Registro de monitoreo de usuario	

NOTAS:

1. El error humano en la operación puede ser detectado contando:
 - a) Errores humanos simples (equivocarse); el número de veces que el usuario comete errores simples en las operaciones de ingreso de datos.
 - b) Error intencional (error o equivocación); el número de veces que el usuario repite la falla en un error sin entenderlo durante el período de observación.
 - c) Pausa de operación con vacilación; El número de veces que el usuario se detiene por un período largo con vacilación, durante el período de observación. Se sugiere al usuario de esta métrica, medir separadamente cada tipo presentado anteriormente.
2. Una pausa en la operación puede implicar una duda en la operación del usuario. Depende la función, procedimiento de operación y dominio de la aplicación y si la pausa de operación se considera un período largo o no. Por ello, el evaluador debe tomar en cuenta y determinar el tiempo razonable. Para una operación interactiva, un "periodo largo" está en el rango de 1 min a 3 min.

Tabla 8.3.3 Métricas de operabilidad e) Tolerancia errores operacionales (libre de errores humanos) (continuación)

Métricas externas de operabilidad d) Tolerancia errores operacionales (libre de errores humanos) Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Capacidad de hacer	i) Con qué frecuencia el usuario corrige errores de ingreso satisfactoriamente?	Conducir la prueba del usuario y observar el comportamiento del usuario.	a) $X = A / B$ $A = \text{Número de errores}$ de ingreso los cuales el usuario los ha corregido correctamente.	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad} /$ Cantidad	Reporte operación	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación	Usuario
	i) Con qué frecuencia el usuario deshace errores correctamente?	Conducir la prueba del usuario y observar el comportamiento del usuario.	b) $Y = A / B$ $A = \text{Número de}$ condiciones de errores los cuales el usuario ha corregido satisfactoriamente.	$0 <= Y <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad} /$ Cantidad	Reporte operación Registro de monitoreo de usuario	5.4 Operación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Disañador de interfaz de usuario

NOTA: Esta métrica es generalmente usada para uso experimental y justificado.

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad ④ Adecuación para la individualización

Métricas externas de operabilidad ④ Adecuación para la individualización		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Personalización	¿Puede el usuario personalizar fácilmente los procedimientos de operación para su conveniencia?	Digital pruebas de usuario y observar el comportamiento del usuario	X = A / B A = Número de funciones satisfactoriamente personalizadas B = Número de intentos para personalizar	0<= X <=1 El valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absolute	A == Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Manual de usuario Reporte operación	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Desarrollador de interfaz de usuario

¿Qué proporción de funciones pueden ser personalizadas?

NOTAS:

1. El ratio de errores de usuario para personalizar puede ser medida.

$$Y = 1 - (C/D)$$

C = Número de casos en el cual un usuario falla en una operación de personalización.
D = Número total de casos en el cual un usuario intentó una operación de personalización para su conveniencia.
 $0 <= Y <= 1$, el valor más cercano a 1,0 es lo mejor.

2. Es recomendable considerar como variaciones de operaciones de personalización las siguientes:

- Seleccionar operaciones alternativas, tales como usar un menú de selección en vez de comandos de entrada.
 - Combinar procedimientos de operación de usuario, tales como registrar y editar procedimientos de operación.
 - Establecer operaciones de plantillas restringidas de operación tales como procedimientos de programación, o hacer plantillas para la guía de entrada de datos.
3. Esta métrica es generalmente usada para uso experimental y justificado

TABLA 8.3.3 - Métricas de operabilidad f) Aplicación por individualización (continuación)

Métricas externas de operabilidad f) Aplicación por individualización	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Reducción de procedimientos de operación	¿Puede un usuario reducir fácilmente procedimientos de operación para su conveniencia?	Contar las acciones del usuario para la operación especificada y comparar entre el antes y después de la operación personalizada.	$X = 1 \cdot A / B$ A = Número de procedimientos de operación reducidos B = Número de procedimientos de operación antes de personalizar la operación	$0 < X \leq 1$ El valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	Reporte de operación. $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Diseñador de interfaz de usuario
Accesibilidad física	¿Qué proporción de funciones pueden ser accedidas por usuarios con discapacidad física?	Dirigir las pruebas de usuario y observar el comportamiento del usuario	$X = A / B$ A = Número de funciones satisfactoriamente accesibles B = Número de funciones	$0 < X \leq 1$ El valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	Reporte de operación. $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	6.5 Validación 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación	Usuario Diseñador de interfaz de usuario

NOTAS:
Se recomienda muestrear para cada tarea de usuario diferente y distinguir entre un operador que es un usuario experto o un principiante. El número de procedimientos de operación que pueden ser representados contando las acciones de operación tales como un clic, arrastrar, presionar una tecla, tocar pantallas etc. Esto incluye accesos rápidos (shortcut) del teclado.

NOTA: Ejemplos de inaccesibilidad física son la incapacidad para usar el ratón (*mouse*) y la ceguera.

TABLA 8.3.4 - Métricas de atraktividad

Métricas externas de atractividad		Propósito de la métrica		Método de aplicación		Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos		Interpretación del valor medido		Tipo de escala de medida		Entrada para la medición		Referencia PCVS ISO/IEC 12207		Auditoría objetivo		
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación																
Interacción atractiva	¿Cuán atractiva es la interfaz del usuario?	Aplicar cuestionario a los usuarios	Cuestionario para determinar la interfaz atractiva para el usuario después de la experiencia de uso.	Depende del método de marcación del cuestionario.	Absoluta	Cantidad	Resultado del cuestionario	6.5 Validación	6.5.3 Pruebas de calificación	6.5.4 Operación		Usuario			Disññador de interfaz de usuario			
Aspectos de interfaz personalizadas	¿Qué proporción de elementos de interfaz puede ser personalizada en apariencia para la satisfacción de los usuarios?	Conducir pruebas de usuario y observar su comportamiento	$X = A / B$	$0 < X < = 1$ Lo más cercano a 1,0 es lo mejor	Absolute	A = Cantidad de elementos de interfaz personalizado en apariencia para la satisfacción del usuario. $A = \text{Número de elementos de interfaz personalizado en apariencia para la satisfacción del usuario.}$	Solicitudes de usuarios	6.5 Validación	6.5.3 Pruebas de calificación	6.5.4 Operación		Usuario			Disññador de interfaz de usuario			

TABLA 8.3.5 - Métricas de conformidad de usabilidad

Métricas externas de conformidad de usabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCV/S ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de usabilidad	¿Cómo el software se adhiere a las normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas a la usabilidad?	Especificar los ítems de conformidad requeridos basados en normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas a la usabilidad.	$X = 1 - A/B$	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1,0 es lo mejor	Absoluta	$A =$ Cantidad de ítems de conformidad especificados y que no han sido implementados durante las pruebas	5.3 Pruebas de clasificación (especificación o manual de usuario) de conformidad y normas relacionadas, convenciones, guías de estilo o regulaciones.	Proveedor
		Diseñar casos de prueba en concordancia con los ítems de conformidad.				$B =$ Número total de ítems de conformidad de usabilidad especificados de prueba.		
		Dirigir las pruebas funcionales para estos casos de prueba.						

NOTA: Puede ser útil recolectar varios valores medidos a lo largo del tiempo, para analizar la tendencia de incremento de los ítems de conformidad satisfechos y determinar si son totalmente satisfechos o no.

8.4 Métrica de eficiencia

Una métrica externa de eficiencia debería ser capaz de medir atributos como, el consumo de tiempo y el comportamiento en la utilización de recursos de un sistema de computación, incluyendo el software durante las pruebas o las operaciones.

Se recomienda que el tiempo máximo y su distribución sean investigados para muchos casos de pruebas u operaciones, porque la medida del proceso es afectada y fluctúa dependiendo de las condiciones de uso, tales como la carga de datos del proceso, frecuencia de uso, número de sitios de conexión y así sucesivamente. Sin embargo, las métricas de eficiencia pueden incluir el ratio del valor actual medido con fluctuaciones de error para el valor diseñado dentro del rango permitido de fluctuaciones de error requerido por la especificación.

Se recomienda listar e investigar el rol desempeñado por los factores tales como uso del procesador y memoria usada por otro software, tráfico de la red y procesos que se ejecutan en segundo plano. Las posibles fluctuaciones y los rangos válidos para valores medidos deben ser establecidos y comparados con las especificaciones de requerimientos.

Se recomienda que una tarea sea identificada y definida para que se adecue a la aplicación software; por ejemplo, una transacción como una tarea para la aplicación de negocio, el envío o commutación de paquetes de datos como tarea para la aplicación de comunicación; un control de eventos como tarea para la aplicación de control; y la salida de datos producida por la llamada de una función de usuario para una aplicación de usuario común.

NOTA 1: Tiempo de respuesta: Tiempo necesario para recibir el resultado de presionar una tecla de transmisión. Esto significa que el tiempo de respuesta incluye el tiempo de procesamiento y el tiempo de transmisión. El tiempo de respuesta sólo es aplicable para un sistema interactivo. No hay ninguna diferencia significativa cuando es un sistema independiente (*standalone system*). Sin embargo, en el caso de un sistema de internet u otro sistema en tiempo real, a veces el tiempo de transmisión es mucho mayor.

NOTA 2: Tiempo de procesamiento: El tiempo transcurrido en una computadora entre recibir un mensaje y enviar el resultado. A veces incluye tiempo de sobrecarga de operación, otras veces, sólo significa el tiempo usado por un programa de aplicación.

NOTA 3: Tiempo de retorno: Tiempo necesario para recibir el resultado de una solicitud. En muchos casos el tiempo de retorno incluye muchas respuestas. Por ejemplo, en el caso de un dispensador de dinero, el tiempo de retorno es el tiempo desde que se presiona la tecla hasta que se obtiene el dinero, es decir, se selecciona una transacción y se espera un mensaje, se ingresa la clave y se espera el siguiente mensaje, etc.

8.4.1 Métricas de comportamiento en el tiempo

Una métrica externa de comportamiento en el tiempo debería ser capaz de medir atributos como el comportamiento del tiempo de un sistema de computadora incluyendo el software durante las pruebas o las operaciones.

8.4.2 Métricas de utilización de los recursos

Una métrica externa de utilización de los recursos debería ser capaz de medir atributos como el comportamiento de los recursos utilizados de un sistema de computadora incluyendo el software durante las pruebas o las operaciones.

8.4.3 Métricas de conformidad de eficiencia

Una métrica externa de conformidad de eficiencia debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones con conformidad de eficiencia o funciones con ocurrencias de problemas de conformidad en las cuales el producto software falla en adherirse a las normas convenciones o regulaciones relacionadas a la eficiencia.

TABLA 8.4.1 - Métricas de comportamiento en el tiempo a) Tiempo de respuesta

Métricas externas de comportamiento en el tiempo a) Tiempo de respuesta		Referencia PCVS ISO/IEC 12207					
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Audiencia objetivo
Tiempo de respuesta	¿Cuánto tiempo toma completar una tarea específica?	Iniciar una tarea específica. Medir el tiempo que toma cumplir la operación para la muestra.	$T = \text{(tiempo en que se obtiene el resultado)} - \text{(tiempo en que concluye el ingreso del comando)}$	$0 < T$ Cuarto más pronto es mejor.	Ratio	$T = \text{Tiempo}$	Reporte de prueba
	¿Cuánto tiempo transcurre antes que el sistema responda a una operación específica?	Mantener un registro de cada intento.					Reporte de operación mostrando tiempo transcurrido
	NOTA: Se recomienda tomar en cuenta la amplitud de tiempo y emplear análisis estadístico en las mediciones de una cantidad grande de tareas (casos muestreados) y no solamente para una tarea.						
Tiempo medio de respuesta	¿Cuál es el tiempo promedio de espera que el usuario experimenta después de emitir una solicitud, hasta que ésta se completa dentro de una carga específica del sistema, en términos de tareas concurrentes y uso del sistema?	Ejecutar un número de escenarios de tareas concurrentes. Medir el tiempo que toma completar la(s) operación(es) seleccionada(s).	$X = \text{Tiempo} / TX_{\text{medio}}$ $T_{\text{medio}} = \frac{\sum(T_i)}{N}$ (dónde $i = 1$ hasta N)	$0 < X$ El valor más cercano a 1,0 y menor que 1,0 es lo mejor.	Absoluta	$T_{\text{medio}} = \text{Tiempo} / TX_{\text{medio}}$	Reporte de prueba
		Mantener un registro de cada caso y determinar el tiempo promedio para cada escenario.	$TX_{\text{medio}} = \text{Tiempo medio de respuesta requerido}$			$T_i = \text{Tiempo de respuesta en la evaluación para el } i\text{-ésimo caso}$	Reporte de operación mostrando tiempo transcurrido
	NOTA: El tiempo medio de respuesta requerido se puede derivar de la especificación del tiempo requerido del procesamiento en tiempo real de las expectativas del usuario por necesidades de negocio o la observación de la reacción del usuario. Se podría considerar a un usuario conocedor de aspectos de ergonomía humana.						
						$N = \text{Número de evaluaciones (casos muestreados)}$	Reporte de ACS

TABLA 8.4.1 - Métricas de comportamiento en el tiempo a) Tiempo de respuesta (continuación)

Métricas externas de comportamiento en el tiempo a) Tiempo de respuesta		Propósito de la métrica		Método de aplicación		Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos		Interpretación del valor medido de métrica		Tipo de medida		Entrada para la medición		Referencia PCV/S ISO/IEC 12207		Auditorio objetivo			
Nombre de la métrica																			
Ratio de tiempo	¿Cuál es el límite absoluto del tiempo requerido para completar una función?	Calibrar la prueba.	Emular la condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga.	X = Tmax / Rmax (desde i = 1 hasta N)	Tmax = MAX(Ti) Rmax = Tiempo de respuesta máximo requerido MAX (Ti) = Tiempo máximo de respuesta entre evaluaciones	0 < X	Absoluta	Tmax = El valor más cercano a 1,0 y menor que 1 es lo mejor.	Ti = Tiempo	Rmax = Tiempo	Reporte de prueba	5.3 Integración del sistema	5.3 Integración del software	5.3 Pruebas de calificación	5.4 Operación	5.5 Mantenimiento	Desarrollador		
	En el peor caso, ¿Puede todavía el usuario obtener respuesta dentro del límite de tiempo especificado?	Ejecutar la aplicación y monitorear los resultados.	N = Número de evaluaciones (casos muestreados), Ti = Tiempo de respuesta para la evaluación i-ésima (caso)	N = Cantidad mostrando tiempo transcurrido.	X = Tiempo / Tiempo												Responsable de mantenimiento		
	En el peor caso, ¿Puede todavía el usuario obtener respuesta del software, dentro de un tiempo suficientemente reducido para ser tolerable al usuario?																Responsable de ACS		
COMENTARIOS: La distribución se puede calcular como se ilustra abajo.		Ratón máximo estadístico		Y = Tdev / Rmax		Tdev = Tmedio + K (DEV)		Tdev es la desviación de tiempo desde el tiempo medio hasta el tiempo especificado: por ejemplo, dos o tres veces de la desviación estándar.		K, coeficiente (2 ó 3)		DEV = SORTI(2)(Ti-Tmedio)**2/(N-1))		(desde i = 1 hasta N)		Tmedio=Σ(Ti)/N, (para i = 1 hasta N)		Tx medio = Tiempo medio de respuesta medio requerido.	

TABLA 8.4.1 - Métricas de comportamiento en el tiempo b) Rendimiento

Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de métrica	Tipo de escala medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Rendimiento	¿Cuántas tareas pueden ejecutarse satisfactoriamente en un determinado intervalo de tiempo	Calibrar cada tarea de acuerdo a la prioridad establecida. Iniciar varias tareas de trabajo. Medir el tiempo que toma completar la operación de las tareas medidas. Mantener un registro de cada intento.	$X = A / T$. $A = \text{Número de tareas completadas}$ $T = \text{Intervalo de tiempo de observación.}$	El mayor valor es lo mejor.	Ratio	$A = \text{Cantidad}$ $T = \text{Tiempo}$ $X = \text{Cantidad} / \text{Tiempo}$	5.3 Integración del sistema 5.3 Integración del software 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación mostrando tiempo transcurrido. 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS
Valor medio de rendimiento (<i>Throughput</i>)	¿Cuál es el número promedio de tareas concurrentes que el sistema puede manejar en una unidad de tiempo?	Calibrar cada tarea de acuerdo a la prioridad establecida. Ejecutar un número de tareas concurrentes. Medir el tiempo que toma completar la tarea seleccionada en el tráfico presente. Mantener un registro de cada intento.	$X = X_{\text{medio}} / R_{\text{medio}}$ $X_{\text{medio}} = \Sigma(X_i)/N$. $R_{\text{medio}} = \text{Rendimiento medio requerido}$ $X_i = A_i / T_i$ $A_i = \text{Número de tareas concurrentes observadas en un conjunto de intervalos de tiempo en la } i\text{-ésima evaluación}$ $T_i = \text{Intervalo de tiempo establecido en la } i\text{-ésimo evaluación}$	El mayor valor es lo mejor.	$X_{\text{medio}} = \text{Absoluta}$	$X_{\text{medio}} = \text{Cantidad}$ $R_{\text{medio}} = \text{Cantidad}$ $A_i = \text{Cantidad}$ $T_i = \text{Tiempo}$ $X_i = \text{Cantidad} / \text{Tiempo}$	5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS

NOTA:
1. La distribución puede calcularse como se ilustra abajo.

Ratio máximo estadístico $Y = X_{\text{dev}} / X_{\text{max}}$
 $X_{\text{dev}} = X_{\text{min}} + K_{\text{dev}}$
 X_{dev} es la desviación de tiempo desde el tiempo medio hasta el tiempo especificado; por ejemplo, 2 ó 3 veces el tiempo de desviación estándar.
 K : coeficiente (2 ó 3); $DEV = \text{SQR}(2 * ((X_i - X_{\text{medio}})^2) / (N-1))$ (desde $i = 1$ hasta N).
 $X_{\text{medio}} = \Sigma(X_i) / N$

TABLA 8.4.1 - Métricas de comportamiento en el tiempo b) Rendimiento (continuación)

Métricas externas de comportamiento en el tiempo b) Rendimiento Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de la métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Ratio de rendimiento en el peor caso	¿Cuál es el límite absoluto en el sistema en términos de cantidad y manejo de tareas concurrentes?	Calibrar la prueba. Emular la condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar concurrentemente las tareas de trabajo y monitorear resultados.	$X = X_{\max} / R_{\max}$ $X_{\max} = \text{MAX}(X_i) \text{ (desde } i = 1 \text{ hasta } N)$ $R_{\max} = \text{Maximo}$ $\text{MAX}(X_i) = \text{Maximo}$ número de tareas de trabajo entre las evaluaciones	$0 < X$ El mayor valor es lo mejor.	Absoluta	$X_{\max} = \text{Cantidad}$ $R_{\max} = \text{Cantidad}$ $A_i = \text{Cantidad}$ $T_i = \text{Tiempo}$ $X_i = \text{Cantidad} / \text{Tiempo}$ $N = \text{Cantidad}$ $X_{\text{dev}} = \text{Cantidad}$ $X_i = A_i / T_i$ $A_i = \text{Número de tareas concurrentes observadas en un conjunto de intervalos de tiempo en la } i\text{-ésima evaluación}$ $T_i = \text{Intervalo de tiempo establecido en la evaluación } i$ $N = \text{Número de evaluaciones}$	Reporte de prueba Reporte de operación mostrando tiempo transcurrido	5.4 Operación 5.5 Mantenimiento Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS

NOTAS:

- La distribución puede calcularse como se ilustra abajo.

$$\text{Ratio máximo estadístico } Y = X_{\text{dev}} / X_{\max}$$

$$X_{\text{dev}} = X_{\min} + K_{\text{dev}}$$

X_{dev} es la desviación de tiempo desde el tiempo medio hasta el tiempo especificado: por ejemplo, 2 ó 3 veces el tiempo de desviación estándar.
 K : coeficiente (2 ó 3); $D_{\text{EV}} = \text{SQRT}\{\sum (X_i - X_{\text{medio}})^2 / (N-1)\}$ (desde $i = 1$ hasta N);
 $X_{\text{medio}} = \sum (X_i) / N$

TABLA 8.4.1 - Métricas de comportamiento en el tiempo c) Tiempo de retorno

Métricas externas de comportamiento en el tiempo		c) Tiempo de retorno		Entrada para la medición		Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medio	Tipo de escala de medida		
Tiempo de retorno	¿Cuál es el tiempo que el usuario espera que el sistema ejecute una instrucción, para iniciar un grupo de tareas relacionadas y su culminación?	Calibrar la prueba Iniciar la tarea de trabajo. Medir el tiempo que toma culminar la operación de la tarea de trabajo Mantener un registro de cada intento.	T = Tiempo que transcurre desde que el usuario culmina su requerimiento hasta que concluye la obtención de los resultados finales.	0 < T El menor valor es mejor.	T = Tiempo / Ratio	Reporte de prueba Reporte de operación mostrando tiempo transcurrido.	5.3 Integración del sistema. 5.3 Integración del software 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento Responsible de ACS
	NOTA:	Se recomienda tomar en cuenta la amplitud de tiempo y emplear el análisis estadístico en las mediciones de una cantidad grande de tareas (casos muestrados) y no solamente para una tarea.					
Tiempo medio de retorno	¿Cuál es el tiempo promedio de espera que el usuario experimenta después de emitir una orden para iniciar un grupo de tareas relacionadas, hasta que éstas se completen dentro de una carga especificada del sistema, en términos de tareas concurrentes y empleo del sistema?	Calibrar la prueba Enviar la condición en que la carga se coloca en el sistema ejecutando un número concurrente de tareas (casos muestrados). Medir el tiempo que toma completar la tarea seleccionada en el tráfico presente. Mantener un registro de cada intento.	X = Tmedio / TXmedio $T_{medio} = \sum(T_i)N, (desde i = 1 hasta N)$ $TX_{medio} = Tiempo medio requerido de retorno$	0 < X El menor valor es lo mejor.	Absoluta	Tmedio = Tiempo / TXmedio = Tiempo / N = Cantidad X = Tiempo / Tiempo	Reporte de prueba Reporte de operación mostrando tiempo transcurrido.
		NOTA: Se recomienda tomar en cuenta la amplitud de tiempo y emplear el análisis estadístico en las mediciones de una cantidad grande de tareas (casos evaluaciones).					

TABLA 8.4.1 - Métricas de comportamiento de tiempo c) Tiempo de retorno (continuación)

Métricas externas de comportamiento en el tiempo c) Tiempo de retorno	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
atípico del tiempo : ¿Cuál es el límite absoluto del tiempo requerido para cumplir con una tarea de trabajo? En el peor caso cuánto tiempo le toma al sistema software ejecutar la tarea especificada	Calibrar la prueba. Simular una condición en el que el sistema alcanza una carga máxima en términos de tareas ejecutadas. Correr la tarea de trabajo seleccionada y monitorear el resultado(s)	X = Tmax / Rmax Tmax = MAX (Ti) (desde i=1 hasta N) Rmax = máximo tiempo de retorno requerido MAX(Ti) = máximo tiempo de retorno entre evaluaciones N = Número de evaluaciones (casos muestrados)	0 < X Valor más cercano a 1,0 y menor que 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Tiempo / Tiempo Tiempo = Tmax = Tiempo Rmax = Tiempo Ti = Tiempo transcurrido N = Cantidad de dev = Tiempo	5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS
JTAS: La distribución puede ser calculada como se ilustra lneas abajo. Isa estadística máxima $X = T_{dev} / R_{max}$ $X = T_{promedio} + K \cdot (D_{dev})$ k es la desviación de tiempo desde el tiempo medio hasta el tiempo particular: por ejemplo 2 ó 3 veces de desviación estándar. Coeficiente (2 ó 3) $SV = \sqrt{(\sum (Ti - T_{medio})^2) / (N-1)}$ (desde i = 1 hasta N); $medio = \sum (Ti) / N$. (desde i = 1 hasta N) $medio = T_{medio}$ promedio de retorno requerido	Ejecutar un número de escenarios de tareas concurrentes. Medir el tiempo que toma completar la operación seleccionada(s). Mantener un registro de cada caso y determinar el tiempo promedio en cada escenario.	X = Ta / Tb Ta = Tiempo total de espera Tb = Tiempo de la tarea	0 < X El menor valor es lo mejor.	Absoluta	Ta = Tiempo Tb = Tiempo X = Tiempo / Tiempo Tiempo	5.3 Integración del sistema 5.3 Integración del software 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS

YTA: Si las tareas pueden ser parcialmente completadas, la métrica de eficiencia de tareas debería utilizarse cuando se hacen comparaciones.

Tabla 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos a) Utilización de los recursos: entrada/salida

Métricas externas de utilización de los recursos a) Utilización de los recursos: entrada/salida		Método de aplicación	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Auditoría objetivo
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica						
Utilización de los recursos de entrada/salida (E/S)	¿Es la utilización de dispositivos E/S tan elevada, que causa ineficiencias?	Ejecutar concurrentemente un gran número de tarjetas, registrar la utilización de dispositivos E/S y comparar con los objetivos del diseño.	X = A / B A = Tiempo ocupado de dispositivos E/S B = Tiempo especificado designado al empleo de los dispositivos E/S	0 <= X <= 1 El menor valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absoluta	A = Tiempo B = Tiempo / X = Tiempo	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento
Límites de carga E/S	¿Cuál es el límite absoluto de utilización E/S al cumplir una función?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar la aplicación y monitorear los resultados	X = Amax / Rmax Amax = MAX (Ai), (desde i = 1 hasta N) Rmax = máximo número de mensajes E/S requeridos MAX (Ai) = Número máximo de mensajes E/S desde la primera hasta la evaluación i-ésima. N = Número de evaluaciones	0 <= X El menor valor es lo mejor.	Absolute	Cantidad Rmax = Cantidad Ai = Cantidad N = Cantidad X = Cantidad / tiempo Cantidad	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento
Errores relacionados a E/S	¿Con qué frecuencia el usuario encuentra problemas relacionados con la operación de dispositivos E/S?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga de E/S. Ejecutar la aplicación y registrar el número de errores debido a fallas y advertencias en E/S	X = A / T A = Número de mensajes de advertencia o fallas del sistema T = Tiempo de operación del usuario durante su observación	0 <= X El menor valor es lo mejor.	Ratio	A = Cantidad T = Tiempo X = Cantidad / Tiempo	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento

TABLA 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos a) Utilización de los recursos: entrada/salida (continuación)

Métricas externas de utilización de los recursos a) Utilización de los recursos: entrada/salida		Propósito de la métrica		Método de aplicación		Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos		Interpretación del valor medido		Tipo de escala de métrica		Tipo de medida		Entrada para la medición		Referencia PCVS ISO/IEC 12207		Audencia objetivo	
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación																	
Tatí promedio e implementación /S	¿Cuál es el número promedio de mensajes de error y fallas relacionados con E/S, en un intervalo de tiempo especificado y una utilización especificada?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar la aplicación y registrar el número de errores debido a fallas y advertencias en E/S	X = Amedio / $Rmedio$ $\text{Amedio} = \sum (Ai) / N$ $Rmedio = \text{Número promedio requerido de mensajes E/S}$ $Ai = \text{Número de mensajes de error de E/S}$ $N = \text{Número de evaluaciones}$ $X = \text{Número de dispositivos E/S}$	0 < X El menor valor es lo mejor.	Absoluta	$\text{Amedio} = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Rmedio}}$ $Rmedio = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Cantidad}}$ $Ai = \frac{\text{Cantidad}}{N}$ $N = \text{Cantidad}$ $X = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Tiempo transcurrido}}$	Reporte de prueba	5.3 Pruebas de calificación	5.4 Operación	5.5 Mantenimiento	5.3 Pruebas de calificación	5.4 Operación	5.5 Mantenimiento	Reporte de operación	Reporte de operación	Usuario	Desarrollador	Responsable de mantenimiento	Responsable de ACS
tiempo de espera del usuario en la utilización de dispositivos S	¿Cuál es el impacto de la utilización de los dispositivos E/S en los tiempos de espera del usuario?	Ejecutar concurrentemente un gran número de tareas y medir los tiempos de espera del usuario como resultado de la operación de dispositivos E/S	T = Tiempo dedicado a esperar que finalice la operación de los dispositivos E/S	0 < T El menor valor es lo mejor.	Ratio	T = Tiempo	Reporte de prueba	5.3 Pruebas de calificación	5.4 Operación	5.5 Mantenimiento	Reporte de operación	Reporte de operación	Reporte de operación	Reporte de ACS	Reporte de ACS	Usuario	Desarrollador	Responsable de mantenimiento	Responsable de ACS

TABLA 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos b) Utilización de los recursos: memoria

Métricas externas de utilización de los recursos b) Utilización de los recursos: memoria	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Auditorio objetivo
Utilización máxima de memoria	¿Cuál es el límite absoluto de la memoria requerida para cumplir una función?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar la aplicación y monitorear los resultados.	$X = A_{\max} / R_{\max}$	$0 \leq X$ El menor valor es lo mejor.	Absolute	$A_{\max} =$ Cantidad $R_{\max} =$ Cantidad $A_i =$ Cantidad $N =$ Cantidad $X =$ Cantidad / Cantidad	5.3 Prueba de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS
Ocurrencia promedio de error de memoria	¿Cuál es el número promedio de mensajes de error y fallas, relacionados con la memoria, en un intervalo de tiempo y carga en el sistema especificados?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar la aplicación y registrar el número de errores debido a fallas y advertencias en la memoria.	$X = \text{Amedio} / R_{medio}$	$0 <= X$ El menor valor es lo mejor.	Absolute	$A_{medio} =$ Cantidad $R_{medio} =$ Cantidad $A_i =$ Cantidad $N =$ Cantidad $X =$ Cantidad / Cantidad	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS
Ratio de error de memoria/Tiempo	¿Cuántos errores de memoria ocurrieron en un determinado intervalo de tiempo y una utilización de recursos específicados?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar la aplicación y registrar el número de errores debido a fallas y advertencias en la memoria.	$X = A / T$	$0 <= X$ El menor valor es lo mejor.	Ratio	$A =$ Cantidad $T =$ Tiempo $X =$ Cantidad / Tiempo	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Responsable de mantenimiento Responsable de ACS

TABLA 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos c) Utilización de los recursos: transmisión

Métricas externas de utilización de los recursos c) Utilización de los recursos: transmisión	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Utilización máxima de transmisión	¿Cuál es el límite absoluto de transmisión requerida para cumplir una función?	Evaluar lo requerido para que el sistema obtenga la situación de máxima carga. Emular esta condición. Ejecutar la aplicación y monitorear los resultados.	$X = A_{max} / R_{max}$ $A_{max} = MAX (Ai)$, (desde $i = 1$ hasta N) $R_{max} = \text{Cantidad máxima permitida de mensajes de error y fallas relacionados con la transmisión.}$ $MAX (Ai) = \text{Número máximo de mensajes de error y fallas con la transmisión desde la primera evaluación hasta la i-ésima}$ $N = \text{Número de evaluaciones}$	$0 <= X$ El menor valor es lo mejor.	Absoluta	$A_{max} = \text{Cantidad}$ $R_{max} = \text{Cantidad}$ $A_i = \text{Cantidad}$ $N = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad / Cantidad}$	Reporte de prueba	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS
Balance de utilización de dispositivos	¿Cuál es el grado de sincronización entre diferentes dispositivos en un determinado intervalo de tiempo?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima transmisión de carga. Ejecutar la aplicación y registrar el retraso en el procesamiento de diferentes tipos de dispositivos.	$X = \frac{\text{TiempoSinc}}{\text{TiempoSinc}} / T$ $\text{TiempoSinc} = \text{Tiempo dedicado a un mismo recurso}$ $T = \text{Intervalo de tiempo requerido en los que otros dispositivos culminan sus tareas sincronizadamente}$	El menor valor es lo mejor.	Ratio	$\text{TiempoSinc} = \text{Tiempo}$ $T = \text{Tiempo} / \text{Tiempo}$	Reporte de prueba	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Responsable de mantenimiento Responsable de ACS

TABLA 8.4.2 - Métricas de utilización de los recursos e) Utilización de los recursos: transmisión (continuación)

Métricas externas de utilización de los recursos e) Utilización de los recursos: transmisión	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de medida de métrica	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Occurrencia promedio de error de transmisión	¿Cuál es el número promedio de mensajes de error y fallas, relacionados con la transmisión, en un intervalo de tiempo y utilización específicos?	Calibrar la condición de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga. Ejecutar la aplicación y registrar el número de errores debido a fallas y advertencias de transmisión.	$X = \text{Amedio} / \text{Rmedio}$	$0 <= X$ El menor valor es mejor.	Absolute	Atendio = Cantidad Rmedio = Cantidad	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador
Error de transmisión en el tiempo	¿Cuántos mensajes de error relacionados con la transmisión ocurrieron bajo un determinado intervalo de tiempo y utilización de recursos específicos?	Calibrar las condiciones de prueba. Emular una condición en que el sistema alcanza la situación de máxima carga de transmisión. Ejecutar la aplicación y registrar el número de errores debido a fallas y advertencias de transmisión.	$X = A / T$	$0 <= X$ El menor valor es lo mejor.	Ratio	$A = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Tiempo}}$ $T = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Tiempo}}$	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Responsable de mantenimiento
Utilización de la capacidad de transmisión	¿Es el sistema software capaz de efectuar trabajos dentro de la esperada capacidad de transmisión?	Ejecutar concurrentemente tareas especificadas con múltiples usuarios, observar la capacidad de transmisión y compararla con la especificada.	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$ El menor valor más cercano a 1,0 es lo mejor.	Absolute	$A = \text{Tamaño}$ $B = \text{Tamaño}$ $X = \text{Tamaño} / \text{Tamaño}$	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS

NOTA: Se recomienda medir dinámicamente valores pico con usuarios múltiples.

TABLA 8.4.3 - Métricas de conformidad de eficiencia

Métrica de conformidad de eficiencia	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de eficiencia	¿Cuán conforme es la eficiencia del producto a las regulaciones, normas y convenciones aplicables?	Contar el número de ítems que requieren conformidad que han sido encontrados y comparar con el número de ítems que requieren conformidad en la especificación	$X = 1 - A / B$ (X: Ratio de conformidad de ítems relacionados a eficiencia) A = Número de ítems de conformidad de eficiencia especificados que no han sido implementados durante las pruebas B = Número total de ítems de conformidad de eficiencia especificados	$0 <= X <= 1$ El más cercano a 1,0 es lo mejor	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad X = Cantidad / usuario o especificación)	Descripción del producto (Manual de especificación)	5.3 Pruebas de calificación 6.5 Validación	Proveedor UsUARIO

)TA: Puede ser útil recolectar algunas medidas a través del tiempo, para analizar la tendencia de incremento en los ítems de conformidad satisfecha y para determinar si estos han sido completamente satisfechos o

8.5 Métricas de facilidad de mantenimiento

Una métrica externa de facilidad de mantenimiento debería ser capaz de medir atributos tales como el desempeño del responsable de mantenimiento, usuario, o sistema incluyendo el software, cuando el software es mantenido o modificado durante las pruebas o el mantenimiento.

8.5.1 Métricas de analizabilidad

Una métrica externa de analizabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el esfuerzo del responsable de mantenimiento o del usuario o el uso de recursos cuando está tratando de diagnosticar deficiencias o causas de fallas, o para identificar partes a ser modificadas.

8.5.2 Métricas de cambiabilidad

Una métrica externa de cambiabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el esfuerzo del responsable de mantenimiento o del usuario para la medición del desempeño del responsable de mantenimiento, usuario o sistema, incluyendo el software cuando está tratando de implementar una modificación específica.

8.5.3 Métricas de estabilidad

Una métrica externa de estabilidad debería ser capaz de medir atributos relacionados a un comportamiento no esperado del sistema incluyendo el software cuando éste es probado u operado después de la modificación.

8.5.4 Métricas de testeabilidad

Una métrica externa de testeabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el esfuerzo del responsable de mantenimiento o del usuario para medir el desempeño del responsable de mantenimiento, usuario o sistema incluyendo el software cuando está tratando de probar el software modificado o no.

8.5.5 Métricas de conformidad de facilidad de mantenimiento

Una métrica externa de conformidad de facilidad de mantenimiento debería ser capaz de medir un atributo tal como el número de funciones u ocurrencias de problemas de conformidad, cuando el producto software falla debido al uso de normas requeridos, convenciones o regulaciones relacionadas a la facilidad de mantenimiento.

TABLA 8.5.1 - Metrías de analizabilidad

Métricas externas de analizabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido de la métrica	Tipo de escala medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Capacidad de pistas de auditoría	¿Puede el usuario identificar una operación específica que causó la falla? ¿Puede el responsable de mantenimiento fácilmente encontrar una operación específica que causó la falla?	Observar el comportamiento del usuario o responsable de mantenimiento quienes están tratando de resolver las fallas	$X = A / B$ A = Número de datos registrados realmente durante la operación B = Número suficiente de datos planificados a ser registrados para monitorear el estado del software durante la operación	0 <= X El más cercano a 1,0 es lo mejor	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
Soporte a las funciones de diagnóstico	¿Cuán capaces son las funciones de diagnóstico en el soporte del análisis de causas? ¿Puede el usuario identificar la operación específica que causó la falla? (El usuario es capaz de evitar caer nuevamente en la ocurrencia de fallar con una operación alternativa).	Observar el comportamiento del usuario o responsable de mantenimiento quienes están tratando de resolver las fallas utilizando funciones de diagnóstico	$X = A / B$ A = Número de fallas que el responsable de mantenimiento puede diagnosticar (usando funciones de diagnóstico) para entender la relación causa-efecto B = Número total de fallas registradas	0 <= X <= 1 El más cercano a 1,0 es lo mejor	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
Capacidad de análisis de fallas	¿Puede el usuario identificar la operación específica que causó la falla? ¿Puede el responsable de mantenimiento fácilmente encontrar la causa de la falla?	Observar el comportamiento del usuario o responsable de mantenimiento quien está tratando de resolver los problemas	$X = 1 - A / B$ A=Número de fallas cuyas causas aún no se identifican B=Número total de fallas encontradas	0 <= X <= 1 El más cercano a 1,0 es lo mejor	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador

TABLA 8.5.1 - Métricas de analizabilidad (continuación)

Métricas externas de analizabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Eficiencia en el análisis de fallas	¿Puede el usuario eficientemente analizar la causa de la falla? (El usuario algunas veces realiza mantenimiento cambiando parámetros).	Observar el comportamiento del usuario o responsable de mantenimiento quienes están tratando de resolver las fallas	X = Suma(T) / N T = Tiempo para encontrar la causa de una falla N = Número de fallas encontradas	0 <= X El menor valor es lo mejor	Ratio	T = Tiempo	Reporte de resolución de problema Reporte de operación	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
Capacidad de monitorear el estado	¿Puede el responsable de mantenimiento fácilmente encontrar la causa de la falla?								

NOTAS:

1. Es recomendable medir el tiempo máximo del peor caso y representar la desviación.
2. Es recomendable excluir el número de fallas en las cuales las causas aún no son encontradas cuando la medición es hecha.
3. Desde el punto de vista del responsable del mantenimiento, su preocupación es el tiempo, mientras desde el punto de vista del usuario es el esfuerzo. Por lo tanto, horas - persona puede ser usado en lugar del tiempo.

Métricas externas de analizabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Capacidad de monitorear el estado	¿Puede el usuario identificar una operación específica que causó una falla mediante el monitoreo de datos durante la operación?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento quienes están tratando de obtener datos de monitoreo que registraron el estado del software durante la operación.	X = 1 - A / B A = Número de casos que el responsable de mantenimiento (o usuario) falla en la obtención de datos de monitoreo.	0 <= X <= 1. El valor más cercano a 1,0 es lo mejor	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad X = Cantidad / Cantidad	Reporte de resolución de problema Reporte de operación	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
	¿Puede el responsable de mantenimiento fácilmente encontrar la causa de la falla mediante el monitoreo de datos durante la operación?								

B = Número de casos que el responsable de mantenimiento (o usuario) pretendió obtener datos de monitoreo registrando el estado del software durante la operación.

TABLA 8.5.2 - Métricas de cambiabilidad

Métricas externas de cambiabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Eficiencia en el ciclo de cambio	<i>¿Puede el problema del usuario ser resuelto a su satisfacción dentro de una escala de tiempo aceptable?</i>	Monitorear la interacción entre el usuario y el proveedor. Registre el tiempo tomado desde el requerimiento inicial del usuario hasta la solución del problema.	Tiempo promedio: $T_{prom} = \frac{\sum(T_u)}{N}$ $T_u = T_{rec} - T_{env}$ $T_{env} = Tiempo en el cual el usuario terminó el envío de los requerimientos de mantenimiento al proveedor con el reporte del problema$ $T_{rec} = Tiempo en el que el usuario recibe la versión revisada (o el reporte de estado)$ $N = Número de versiones revisadas$	$0 < T_{prom}$ El menor valor es lo mejor, excepto cuando el número de versiones revisadas es grande.	Ratio	$T_u = Tiempo$ $T_{rec}, T_{env} = Tiempo$ $N = Cantidad$ $T_{prom} = Tiempo$	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
Tiempo de implementación del cambio	<i>¿Puede fácilmente el responsable de mantenimiento cambiar el software para resolver la falla?</i>	Observar el comportamiento del usuario y responsable de mantenimiento mientras están tratando de cambiar el software. De otro manera, investigue el reporte de resolución de problema o el reporte de mantenimiento.	Tiempo promedio: $T_{prom} = \frac{\sum(T_m)}{N}$ $T_m = T_{sal} - T_{ent}$ $T_{sal} = Tiempo en el cual las causas de falla fueron removidas con el cambio del software (o el estado es reportado al usuario)$ $T_{ent} = Tiempo en el cual las causas de falla son encontradas$	$0 < T_{prom}$ El menor valor es lo mejor excepto cuando el número de fallas es grande.	Ratio	$T_m = Tiempo$ $T_{ent}, T_{sal} = Tiempo$ $T_{prom} = Tiempo$	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador

NOTAS:

1 Es recomendable medir el tiempo máximo del peor caso y la duración (ancho de banda) para representar la desviación.

2 Es recomendable excluir el número de fallas en las cuales las causas aún no son encontradas cuando la medición es hecha. Sin embargo, el ratio de tales fallas ocultas deberían ser también medidas y presentadas juntas.

3 Desde el punto de vista del usuario, su preocupación es el tiempo, mientras desde el punto de vista del responsable de mantenimiento, su preocupación es el esfuerzo. Por lo tanto, horas-persona puede ser usado en lugar del tiempo.

TABLA 8.5.2 Métricas de cambiabilidad (continuación)

Métricas externas de cambiabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Complejidad de modificación	¿Puede el encargado del mantenimiento, fácilmente cambiar el software para resolver el problema?	Observar el comportamiento del responsable de mantenimiento, quien está tratando de cambiar el software. De otra manera, investigue el reporte de resolución de problema o el reporte de mantenimiento y la descripción del producto.	$T = \text{Sum} (A / B) / N$	$0 < T$	Ratio	$A = \text{Tiempo}$ $B = \text{Tamaño}$ $N = \text{Cantidad}$ $T = \text{Tiempo}$	Reporte de resolución de problema Reporte de mantenimiento Reporte de operación	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
	NOTA: El tamaño del cambio en el software puede referirse a las sentencias ejecutables del código del programa, el número de ítems cambiados de la especificación de requerimientos, o las páginas cambiadas de los documentos								
Modificabilidad parametrizada	¿Puede el usuario o el responsable de mantenimiento cambiar fácilmente parámetros del software para resolver problemas?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento mientras está tratando de cambiar el software. De otra forma, investigue el reporte de resolución de problemas o el reporte de mantenimiento	$X = 1 - A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	Reporte de resolución de problema Reporte de mantenimiento Reporte de operación	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador Usuario
	NOTA: El tamaño del cambio en el software puede referirse a las sentencias ejecutables del código del programa, el número de ítems cambiados de la especificación de requerimientos, o las páginas cambiadas de los documentos								
Capacidad de controlar el cambio del software	¿Puede el usuario identificar fácilmente las versiones revisadas? ¿Puede el responsable de mantenimiento cambiar fácilmente el software para resolver problemas?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento mientras está tratando de cambiar el software. De otra forma, investigue el reporte de resolución de problemas o el reporte de mantenimiento	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	Manual de usuario o especificación. Reporte de resolución de problemas Reporte de mantenimiento	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
	NOTA: El tamaño del cambio en el software puede referirse a las sentencias ejecutables del código del programa, el número de ítems cambiados de la especificación de requerimientos, o las páginas cambiadas de los documentos								

TABLA 8.5.3 - Métricas de estabilidad

Métricas externas de estabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medio de métrica	Tipo de escala medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Ratio de éxito de cambios	¿Puede el usuario operar el sistema software sin fallas después del mantenimiento?	Observar el comportamiento del usuario o responsable de mantenimiento que está operando el sistema software después del mantenimiento.	X = Na / Ta Y = {(Na / Ta) / (Nb/Tb)}	0 <= X, Y El menor y más cercano a 0,0 es lo mejor.	Ratio Cantidad Ta, Tb = Tiempo	Na, Nb = Reporte de solución de problema. X = Cantidad / Tiempo	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Usuario Operador
	¿Puede el responsable de mantenimiento fácilmente mitigar las fallas causadas por efectos colaterales del mantenimiento?	Contar las fallas que puede el usuario o responsable de mantenimiento encontrar durante la operación del software antes y después del mantenimiento.	Na = Número de casos en los cuales el usuario encuentra fallas durante la operación después que el software fue cambiado Nb = Número de casos en los que el usuario encuentra fallas durante la operación antes de que el software sea cambiado	Y = I [(Cantidad / Tiempo) / (Cantidad / Tiempo)]	Reporte de operación			
		En otro caso, investigar el reporte de solución del problema, reporte de operación o reporte de mantenimiento.	Ta = Tiempo de operación durante el período de observación.					
			Tb = Tiempo de operación durante el período especificado de observación antes que el software sea cambiado					

NOTAS:

1. X e Y implican "frecuencia de encontrar fallas después de cambios" y "frecuencia fluctuante de encontrar fallas antes/después de cambios".
2. El usuario puede necesitar un período específico para determinar efectos colaterales debido a cambios del software, cuando la revisión se introduce para resolver problemas.
3. Es recomendable comparar esta frecuencia antes y después del cambio.
4. Si se identifican funciones cambiadas, es recomendable determinar si las fallas encontradas son detectadas en la función cambiada o en las otras. La extensión del impacto puede ser evaluada para cada falla.

TABLA 8.5.3 - Métricas de estabilidad (continuación)

Métricas externas de estabilidad	Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Localización del impacto de la modificación (Fallas emergentes después del cambio)	<i>¿Puede el usuario operar el sistema software sin fallas después del mantenimiento?</i>	Contar las fallas que ocurren después del cambio, las cuales están mutuamente encadenadas y afectadas por el cambio.	X = A / N	0 < X	Absoluta	A = Cantidad	Pruebas de calificación	5.3 Pruebas de calificación	Desarrollador
	<i>¿Puede el responsable de mantenimiento fácilmente mitigar las fallas causadas por efectos colaterales del mantenimiento?</i>			A = Número de fallas surgidas después de que las fallas han sido resueltas durante un período especificado	El menor y más cercano a 0,0 es lo mejor.	N = Cantidad	Reporte de solución de problema	5.4 Operación	Responsable
				N = Número de fallas resueltas		X = Cantidad / Cantidad	Reporte de operación	5.5 Mantenimiento	Mantenimiento
									Operador

NOTA: X implica "falla en cadena que emerge por falla resuelta". Se recomienda brindar una medida precisa revisando si la causa de la falla actual se atribuye al cambio por la solución de una falla previa, si esto es posible.

TABLA 8.5.4 - Métricas de testeabilidade

TABLA 8.5.5 - Métricas de conformidad de facilidad de mantenimiento

Métricas externas de conformidad de facilidad de mantenimiento		Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Auditorio objetivo
Conformidad de facilidad de mantenimiento	¿Cuán conforme es la facilidad de mantenimiento del producto en relación a la regulación, normas y convención aplicables.	Contar el número de elementos que requieren conformidad y que han cumplido con esta y comparar con el número de items que requieren conformidad en la especificación.	$X = 1 - A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	A = Cantidad de producto (Manual o el usuario o especificaciones) B = Cantidad / cantidad de cumplimiento y normas relacionadas, convenciones o regulaciones	5.3 Prueba de producto (Manual o especificación) 6.5 Validación	Proveedor Usario

NOTA: Puede ser útil obtener varios valores de medición a lo largo del tiempo para analizar la tendencia del incremento de elementos que satisfacen completamente la conformidad y determinar si se satisfacen completamente.

8.6 Métricas de portabilidad

Una métrica externa de portabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el comportamiento del operador o del sistema durante la actividad de portabilidad.

8.6.1 Métricas de adaptabilidad

Una métrica externa de adaptabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el comportamiento del sistema o el usuario que intenta adaptar el software a diferentes ambientes especificados. Cuando el usuario tiene que aplicar un procedimiento de adaptación diferente al previamente provisto por el software para una necesidad de adaptación específica, se debería medir el esfuerzo requerido del usuario para realizar la adaptación.

8.6.2 Métricas de instalabilidad

Una métrica externa de instalabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el comportamiento del sistema o del usuario quien está tratando de instalar el software en un ambiente específico de usuario.

8.6.3 Métricas de co existencia

Una métrica externa de co existencia debería ser capaz de medir atributos tales como el comportamiento del sistema o del usuario quien está tratando de usar el software con otro software independiente en un ambiente común, compartiendo recursos comunes.

8.6.4 Métricas de reemplazabilidad

Una métrica externa de reemplazo debería ser capaz de medir atributos tales como el comportamiento del sistema o del usuario que está tratando de usar el software en lugar de otro software específico en el ambiente de ese software.

8.6.5 **Métricas de conformidad de portabilidad**

Una métrica externa de conformidad de portabilidad debería ser capaz de medir atributos tales como el número de funciones u ocurrencias de los problemas de conformidad, donde el producto software falla en adherirse a normas, convenciones o regulaciones requeridas que se relacionan con la portabilidad.

TABLA 8.6.1 – Métricas de adaptabilidad

Métricas externas de adaptabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adaptabilidad de estructuras de datos ¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento adaptar fácilmente el software para un conjunto de datos en un nuevo entorno?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de adaptar el software al ambiente de operación.	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad / Cantidad}$	Reporte de solución de problema	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
Adaptabilidad al entorno hardware (Adaptabilidad a dispositivos de hardware e instalaciones de redes) ¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento adaptar fácilmente el software al entorno? ¿Es el sistema software suficientemente capaz de adaptarse al entorno de operación?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de adaptar el software al ambiente de operación.	$X = 1 - A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad / Cantidad}$	Reporte de solución de problema	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador

NOTA:
Estos datos principalmente incluyen tipos de datos tales como archivos de datos, tuplas de datos o bases de datos para ser adaptados a diferentes volúmenes de datos, ítems de datos o estructuras de datos. A y B de la fórmula son necesarios para contar los mismos tipos de datos. Tal adaptación puede ser requerida cuando, por ejemplo, el alcance del negocio se extiende.

Adaptabilidad al entorno hardware (Adaptabilidad a dispositivos de hardware e instalaciones de redes)
¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento adaptar fácilmente el software al entorno? ¿Es el sistema software suficientemente capaz de adaptarse al entorno de operación?

NOTA:
Se recomienda conducir pruebas combinadas de sobrecarga con configuraciones de entorno de hardware las cuales posiblemente sean operacionalmente combinadas en una variedad de entornos operacionales del usuario.

TABLA 8.6.1 - Métricas de adaptabilidad (continuación)

Métricas externas de adaptabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adaptabilidad al entorno organizacional (Adaptabilidad de la organización a la infra estructura de la organización)	¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento fácilmente adaptar el software al entorno? ¿Es el sistema software suficientemente capaz de adaptarse al entorno de operación?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de adaptar el software al ambiente de operación.	$X = 1 - A/B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad / Cantidad}$	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador
Facilidad de portabilidad para el usuario	¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento adaptar fácilmente el software al entorno?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de adaptar el software al ambiente de operación.	$T = \text{Suma de tiempo de operación del usuario empleado en completar la adaptación del software al ambiente del usuario, cuando el usuario intenta instalar o cambiar la configuración}$	$0 < T$	Ratio	$T = \text{Tiempo}$	Reporte de solución de problema Reporte de operación	Desarrollador

NOTAS:

1. Se recomienda conducir pruebas que tomen en cuenta las variedades de combinaciones de componentes de infraestructura de posibles entornos de negocio de los usuarios. La "Adaptabilidad del sistema software al entorno" está relacionada con el entorno de las operaciones de negocio de la organización del usuario.
2. La "Adaptabilidad del entorno organizacional al entorno" está relacionada con el entorno de las operaciones de negocio de la organización del usuario. La "Adaptabilidad del sistema software al entorno" está relacionada con el entorno de las operaciones de negocio de la organización del usuario. Por lo tanto, hay una clara distinción.

NOTA: La T implica "esfuerzo requerido por el usuario para adaptarse al entorno". Se puede usar horas-persona en vez de tiempo.

TABLA 8.6.1 Métricas de adaptabilidad (continuación)

Métricas externas de adaptabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adaptabilidad al entorno del Sistema software (adaptabilidad al sistema operativo software de redes y software de aplicación instalado)	¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento adaptar fácilmente el software al entorno? ¿Es el sistema suficientemente capaz de adaptarse al ambiente de operación?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de adaptar el software al ambiente de operación.	$X = 1 - A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	A = Cantidad de soluciones de problema es lo mejor. B = Cantidad / Cantidad	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento de operación	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador

NOTAS:

1. Se recomienda conducir pruebas combinadas de sobrecarga software de sistemas operativos o software de aplicación instalado los cuales posiblemente sean operados en una forma combinada de variedad de entornos operacionales de usuario.
2. La "Adaptabilidad de entorno organizacional" está relacionada con el entorno de las operaciones de negocio de la organización del usuario. La "Adaptabilidad del sistemas software al entorno" está relacionada con el entorno de la operación técnica de los sistemas. Por lo tanto, hay una clara distinción.

TABLA 8.6.2 - Métricas de instalabilidad

Métricas externas de instalabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCV/S ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Facilidad de instalación	¿Puede el usuario responsable de mantenimiento instalar fácilmente software en el entorno de operación?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de instalar el software en el ambiente de operación.	$X = A / B$	$0 <= X <= 1$	Absoluta	$A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$ $X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento de mantenimiento	Desarrollador Responsable Operador

NOTAS:

1. Se sugiere esta métrica para uso experimental.
2. Cuando se requiera una métrica basada en el tiempo, el tiempo empleado en la instalación puede ser medido.

TABLA 8.6.2 - Métricas de instalabilidad (continuación)

Métricas externas de instalabilidad		Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Facilidad de reinstalación	<i>¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento fácilmente reinstalar el software</i>	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está tratando de reinstalar el software.	X = 1 - A / B	0 <= X <= 1	Absoluta	A = Cantidad de solución de problema B = Cantidad / problema X = Cantidad / cantidad	Reporte de solución de problema Reporte de reinicio Reporte de operación	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador

NOTA: Se sugiere esta métrica para de uso experimental

NOTAS:
Pueden ser usadas las siguientes métricas complementarias.

- Instalación sin esfuerzo. Acciones del manual de usuario para la instalación $X = A$. A = Número de acciones del manual de usuario necesitadas para la instalación, $0 < X$ el menor es el mejor.
- Nivel de facilidad de instalación.
 - Sólo ejecutar programa de instalación, en donde nada más se necesita (excelente);
 - Guía instruccional para la instalación (bueno);
 - El código fuente del programa necesita modificación para la instalación (pobre).
- Reducción del esfuerzo de la instalación operacional
 $A = \text{Número de procedimientos de instalación operativa del usuario}$ $X = 1 - A / B$
 $B = \text{Número de procedimientos normales de instalación operativa}$
 $0 <= X <= 1$ El más cercano a 1.0 es lo mejor.
- Facilidad de la operación de instalación según el manual de usuario
 $X = \text{Puntaje de nivel de facilidad de la operación según el manual de usuario}$
Ejemplos del nivel de facilidad son los siguientes:
 - [muy fácil] requiere sólo inicio de instalación por el usuario o configurar funciones y luego observar la instalación;
 - [fácil] requiere sólo la respuesta del usuario a preguntas para instalar o configurar funciones;
 - [uno fácil] requiere que el usuario busque parámetros de tablas o llene casilleros;
 - [complicado] requiere que el usuario busque archivos de parámetros, eligiendo parámetros de los archivos para ser cambiados y registrados.

TABLA 8.6.3 - Métricas de co existencia

Métricas externas de co existencia	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Co existencia disponible	¿Cuán a menudo el usuario encuentra restricciones o fallas inesperadas cuando opera concurrentemente con otro software?	Usar el software evaluado concurrentemente con los otros software que el usuario usualmente emplea.	$X = A / T$	$0 \leq X$ El más cercano a 0 es lo mejor.	Ratio	$A = \text{Cantidad}$ $T = \text{Tiempo}$ $X = \text{Cantidad} / \text{Tiempo}$	Reporte de solución de problema	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Responsable de ACS Operador

TABLA 8.6.4 - Métricas de reemplazabilidad

Métricas externas de reemplazabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Uso continuo de los datos	¿Puede el usuario o responsable de mantenimiento fácilmente continuar usando los mismos datos después de reemplazar el software? ¿Está la migración del sistema software avanzando exitosamente?	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está reemplazando el software.	$X = A / B$	$0 \leq X \leq 1$ A = Número de datos los cuales son usados en otro software a ser reemplazado y están confirmados que están disponibles para ser usados continuamente B = Número de datos los cuales son usados en otro software a ser reemplazado y planeado a ser reusado continuamente	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad X = Cantidad / Cantidad es lo mejor.	5.3 Pruebas de clasificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
Inclusividad de funciones	NOTA: Esta métrica puede ser aplicada tanto al caso de reemplazar un software enteramente diferente y al caso de una diferente versión de la misma serie de software que el anterior.	Observar el comportamiento del usuario o del responsable de mantenimiento cuando el usuario está reemplazando el software.	$X = A / B$	$0 \leq X \leq 1$ A = Número de funciones que producen similares resultados y donde no se han requerido cambios B = Número funciones probadas las cuales son similares a funciones proporcionadas por otro software a ser reemplazado exitosamente?	Absoluta	A = Cantidad B = Cantidad / Cantidad X = Cantidad / Cantidad es lo mejor.	5.3 Pruebas de solucion de problema 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador

NOTA: Esta métrica puede ser aplicada tanto al caso de reemplazar un software enteramente diferente y al caso de una diferente versión de la misma serie de software que el anterior.

TABLA 8.6.4 – Métricas de reemplazabilidad (continuación)

Métricas externas de reemplazabilidad	Método de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala métrica	Entrada para la medida	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Consistencia funcional de soporte al usuario	¿Cuán consistente son los nuevos componentes con la interfaz de usuario existente?	Observar el comportamiento del usuario y preguntar su opinión.	$X = 1 - A1 / A2$	$0 <= X$ El más grande es lo mejor.	Absoluta	A = Cantidad de Prueba B = Cantidad / X = Cantidad / Cantidad de Operación	5.3 Integración 5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 6.3 Asseguramiento de Calidad	Usuario Desarrollador de interfaz de usuario Responsable de mantenimiento Examinador Responsable de ACS

NOTA:

1. En caso que un software diferente sea introducido para reemplazar a uno previo, un nuevo diferente software puede ser identificado como la versión actual.
2. En caso que el patrón de interacción sea cambiado para mejorar la interfaz de usuario en una nueva versión, se sugiere observar el comportamiento del usuario y contar el número de casos en que el usuario falla en acceder a funciones causadas por inaceptables conformidades contra las expectativas del usuario derivadas de versiones previas.

TABLA 8.6.5 - Métricas de conformidad de portabilidad

Métricas externas de conformidad de portabilidad	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audencia objetivo
Conformidad de la portabilidad <i>¿Qué tan conforme es la portabilidad del producto respecto a las regulaciones, normas y convenciones aplicables?</i>	Contar el número de ítems que han cumplido con la conformidad y que han sido encontradas conforme con el número de ítems que requieren conformidad en la especificación.	$X=1-A/B$ A = Número de ítems que han cumplido con la conformidad de portabilidad y que no han sido implementados en las pruebas B = Número totales de ítems especificados con conformidad de portabilidad	$0 \leq X \leq 1$	Absoluta Lo más cercano a 1,0 es lo mejor	A = Cantidad B = Cantidad / Tiempo X = Cantidad / Tiempo	5.3 Pruebas de calificación de usuario o especificación 6.5 Validación de conformidad y normas relacionados convenciones o regulaciones de pruebas especificaciones y reportes	Proveedor Usuario	

NOTA: Puede ser útil recolectar varios valores medidos a lo largo del tiempo, analizar las tendencias de incrementar los ítems de conformidad satisfechos y determinar si son completamente satisfechos.

9. ANTECEDENTE

ISO/IEC TR 9126-2:2003

SOFTWARE ENGINEERING – Product
quality. Part 2: External metrics

ANEXO A (INFORMATIVO)

CONSIDERACIONES CUANDO SE UTILIZAN MÉTRICAS

A.1 Interpretación de la medición

A.1.1 Diferencias potenciales entre contextos de uso de prueba y operacional

Cuando planifique el uso de métricas o interprete mediciones es importante tener una clara comprensión del contexto de uso del software y cualquier potencial diferencia entre las pruebas y los contextos de uso operacionales. Por ejemplo, la medida del “tiempo requerido para aprender una operación” es frecuentemente diferente entre los operadores hábiles y operadores no hábiles en sistemas software similares. Ejemplos de diferencias potenciales son proporcionadas más abajo.

a) Diferencias entre entornos de prueba y entornos operacionales

¿Hay diferencias significativas entre los entornos de pruebas y la ejecución operacional en entornos de usuario?

Los siguientes son ejemplos de estas diferencias:

- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño de CPU de la computadora operacional.
- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño de redes y comunicaciones operacionales.
- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño del sistema operativo operacional.

- Pruebas con alto / comparable / bajo desempeño del interfaz de usuario operacional.

b) Diferencias entre ejecución de prueba y ejecución operacional real

¿Hay diferencias significativas entre la ejecución de pruebas y la ejecución operacional en el entorno de usuario?.

Los siguientes son ejemplos de estas diferencias:

- Cobertura de funcionalidad en ambiente de pruebas.
- Ratio de muestras de casos de prueba.
- Prueba automática de transacciones en tiempo real.
- Prueba de stress.
- Operación de 24 horas, 7 días a la semana (sin parar).
- Nivel de adecuación de los datos para pruebas de excepciones y errores.
- Procesamiento periódico.
- Utilización de recursos.
- Niveles de interrupción.
- Presión de producción.
- Distacciones.

c) Perfil de usuario bajo observación

¿Hay diferencias significativas entre los perfiles de usuarios de pruebas y los perfiles de usuarios operacionales?

Los siguientes son ejemplos de estas diferencias:

- Mezcla de tipos de usuarios.
- Niveles de habilidad de usuario.
- Usuarios especialistas o usuarios promedios.
- Grupos de usuarios restringidos o usuarios públicos.

A.1.2 Temas que afectan la validez de los resultados

Los siguientes temas pueden afectar la validez de los datos que han sido recopilados.

- a) Procedimientos para recolectar resultados de evaluaciones
 - Automáticamente con herramientas o facilidades / recolectadas manualmente / cuestionarios o entrevistas;
- b) Fuentes de resultados de la evaluación
 - Reportes de los desarrolladores / reporte de los revisores / reporte de los evaluadores.
- c) Validación de datos de resultados
 - Comprobación por los mismos desarrolladores / inspección por evaluadores independientes.

A.1.3 Balance de los recursos de medición

¿Es el balance de medidas usado en cada etapa apropiado para el propósito de evaluación? Es importante balancear el esfuerzo usado para aplicar un rango apropiado de métricas para medición de calidad interna, calidad externa y calidad en uso.

A.1.4 Corrección de especificación

¿Hay diferencias significativas entre las especificaciones de software y las necesidades operacionales reales?

Las mediciones tomadas durante la evaluación del producto software en diferentes etapas son comparados contra las especificaciones del producto. Por lo tanto, es de mucha importancia asegurar por verificación y validación que las especificaciones del producto usadas para la evaluación reflejen las necesidades actuales y reales en operación.

A.2 Validación de métricas

A.2.1 Propiedades deseables para las métricas

Para obtener resultados válidos de una evaluación de la calidad, las métricas deben tener las propiedades establecidas más abajo. Si una métrica no tiene estas propiedades, la descripción de la métrica debe explicar las restricciones asociadas sobre su validez y, tanto como sea posible, como esta situación puede ser manejada.

- a) **Fiabilidad (de la métrica):** La fiabilidad está asociada con el error aleatorio. Una métrica está libre de error aleatorio, si las variaciones aleatorias no afectan el resultado de la métrica.
- b) **Repetibilidad (de la métrica):** El uso repetido de la métrica para el mismo producto usando la misma especificación de evaluación (incluyendo el mismo entorno), tipos de usuario, y entorno por los mismos evaluadores, debe producir los mismos resultados dentro de las tolerancias apropiadas. La tolerancia apropiada debe incluir cosas como fatiga y efecto de aprendizaje.
- c) **Reproducibilidad (de la métrica):** El uso de la métrica para el mismo producto usando la misma especificación de evaluación (incluyendo el mismo entorno), tipos de usuario, y entorno por diferentes evaluadores, debe producir los mismos resultados dentro de las tolerancias apropiadas.

Nota 1: Es recomendable usar análisis estadístico para medir la variabilidad de los resultados.

- d) **Disponibilidad (de la métrica):** La métrica debe indicar claramente las condiciones (por ejemplo presencia de atributos específicos) que restringen su uso.

e) **Indicabilidad (de la métrica):** Capacidad de la métrica de identificar partes o ítems del software que deben ser mejorados, obtenidos de la comparación de resultados medidos y los esperados.

Nota 2: La métrica seleccionada o propuesta debe proveer evidencia documentada de la disponibilidad de la métrica para su uso, al contrario de aquellos que requieren de sólo inspección del proyecto.

f) **Correctitud (de la medición):** La métrica deben tener las siguientes propiedades:

1) **Objetividad (de la medición):** los resultados de la métrica y los datos entrada deberían ser verdaderos; por ejemplo no influenciados por los sentimientos o las opiniones del evaluador, usuario de prueba, etc, (excepto para métricas de satisfacción o atracción, donde los sentimientos y opiniones del usuario son medidas).

2) **Imparcialidad (de la medición):** la medición no debe ser desviada hacia ningún resultado particular.

3) **Precisión suficiente (de la medición):** la precisión es determinada por el diseño de la métrica y particularmente por la elección de la definición usada como la base para la métrica. El usuario de la métrica describirá la precisión y sensibilidad de la métrica.

g) **Significancia (de la medición):** la medición debería producir resultados significativos acerca del comportamiento del software o las características de calidad.

La métrica debe ser también costo - efectiva: esto es, métricas más costosas deberían de proveer resultados más valiosos.

A.2.2 Demostración de la validez de las métricas

El usuario de las métricas debería de identificar los métodos para demostrar la validez de las métricas, tal como se muestra a continuación:

a) **Correlación**

La variación en los valores de las características de calidad (las mediciones de las métricas principales en uso operacional), explicada por la variación en los valores de la métrica, está dado por el cuadrado del coeficiente lineal.

Un evaluador puede predecir las características de calidad sin medirlas directamente usando métricas correlacionadas.

b) **Rastreo**

Si una métrica M está directamente relacionada con un valor Q de las características de calidad (las mediciones de las métricas principales en el uso operacional) con un producto o proceso dado, entonces un cambio de valor de Q(T1) a Q(T2), se acompañaría de un cambio en el valor de la métrica de M(T1) a M(T2), en la misma dirección (por ejemplo, si Q aumenta, M aumenta).

Un evaluador puede detectar movimientos de características de calidad a lo largo de un intervalo de tiempo sin medirlos directamente, usando aquellas métricas que tienen la capacidad de rastreo.

c) **Consistencia**

Si los valores de las características de calidad (las mediciones de las métricas principales en el uso operacional) Q1, Q2,..., Qn correspondientes a los productos o procesos 1, 2,..., n, tienen la relación Q1 > Q2 > ... > Qn entonces los valores de las métricas correspondientes tendrían la relación M1 > M2 > ... > Mn.

Un evaluador puede notar componentes de software propensos a errores y excepciones usando aquellas métricas que tienen la capacidad de consistencia.

d) Predictibilidad

Si una métrica es usada en un tiempo T_1 para predecir un valor Q de una característica de calidad (las mediciones de las métricas principales en el uso operacional) en T_2 , el error de la predicción que es $\{(predicho Q(T_2) - actual Q(T_2)) / actual Q(T_2)\}$, debería estar dentro del rango de error de predicción permitido.

Un evaluador puede predecir el movimiento de características de calidad en el futuro usando estas métricas con predictibilidad de medición.

e) Discriminación

Una métrica debería ser capaz de discriminar entre el software de alta y baja calidad.

Un evaluador puede categorizar componentes del software y clasificar los valores de las características de calidad usando aquellas métricas que tienen la capacidad de discriminar.

A.3 Uso de métricas para estimación (juicio) y predicción (pronóstico)

Estimación y predicción de las características de calidad del producto software en las etapas más tempranas son dos de los usos más recompensantes de las métricas.

A.3.1 Predicción de características de calidad por datos actuales

a) Predicción por análisis de regresión

Cuando se predice el valor futuro (medida) de la misma característica (atributo) usando el valor actual (datos) de él (atributo), es útil un análisis de regresión basado en un conjunto de datos que son observados en un período suficiente de tiempo.

Por ejemplo, el valor de TMEF (tiempo medio entre fallas) que es obtiene durante la

etapa de pruebas (actividades) puede usarse para estimar el TMEF en la etapa de operación.

b) Predicción por análisis de correlación

Cuando se predice el valor futuro (medida) de una característica (atributo) usando los valores medidas de un atributo diferente, es útil un análisis de correlación usando una función validada que muestre la correlación.

Por ejemplo, la complejidad de los módulos durante la fase de codificación puede usarse para predecir tiempos o esfuerzos requeridos para la modificación y prueba de los programas durante el proceso de mantenimiento.

A.3.2 Estimación de características de calidad en hechos actuales

a) Estimación por análisis de correlación

Es útil un análisis de correlación cuando se estiman los valores de un atributo que no son medibles directamente o si hay cualquier otra medida que tiene una correlación fuerte con la medida en cuestión.

Por ejemplo, debido a que el número de fallas no detectadas en un producto software no es medible, puede estimarse usando el número y tendencia de faltas detectadas.

Aquellas métricas que se usan para predecir los atributos que no son medibles directamente deben estimarse como se explica a continuación:

- Usando modelos para predecir el atributo;
- Usando fórmula para predecir el atributo;
- Usando la base de la experiencia para predecir el atributo;
- Usando la justificación para predecir el atributo.

Aquellas métricas que se usan para predecir los atributos que no son medibles directamente pueden validarse como se explica a continuación:

- Identificando las medidas de atributos que serán pronosticadas;
- Identificando las métricas que serán usadas para la predicción;
- Haciendo una validación basado en un análisis estadístico;
- Documentando los resultados;
- Repitiendo lo anterior periódicamente.

A.4 Detectando desviaciones y anomalías en los componentes propensos a problemas de calidad

Las siguientes herramientas de control de calidad pueden usarse para analizar desviaciones y anomalías en los componentes de producto software:

- a) Diagramas de proceso (módulos funcionales del software);
- b) Análisis y diagramas de Pareto;
- c) Histogramas y diagramas dispersión;
- d) Diagramas de corrida, diagramas de la correlación y estratificación;
- e) Diagramas de Ishikawa;
- f) Control estadístico de procesos (módulos funcionales del software);
- g) Hojas de chequeos.

Las herramientas anteriores pueden usarse para identificar los problemas de calidad a partir de los datos obtenidos aplicando las métricas.

A.5 Visualización de los resultados de la medición

a) Visualización de los resultados de la evaluación de las características de calidad

Las siguientes presentaciones gráficas son útiles para visualizar los resultados de la evaluación de la calidad para cada una de las características y sub características de calidad.

El diagrama de radar, diagrama de barras, histograma numerado, diagrama multi-variable, matriz de importancia de rendimiento, etc.

b) Visualización de las medidas

Hay presentaciones gráficas útiles como diagramas de Pareto, diagramas de tendencias, histogramas, diagramas de correlación, etc.

ANEXO B (INFORMATIVO)

USO DE CALIDAD EN USO, MÉTRICAS EXTERNAS E INTERNAS (EJEMPLO MARCO)

B.1 Introducción

Este ejemplo modelo es una descripción a alto nivel de como el modelo de calidad de la ISO/IEC 9126 y sus métricas relacionadas pueden ser usadas durante el desarrollo e implementación de software para lograr un producto de calidad que satisfaga lo requerimientos especificados por el usuario. Los conceptos mostrados en este ejemplo pueden ser implementados en varias formas de adaptación para adecuarse a la persona, organización o proyecto; el ejemplo usa los procesos clave del ciclo de vida de la ISO/IEC 12207 como una referencia al tradicional ciclo de vida de software y los pasos del proceso de evaluación de calidad de la ISO/IEC 14598-3 como una referencia al proceso tradicional de evaluación de calidad del producto software. Los conceptos pueden ser referenciados a otros modelos del ciclo de vida del software si el usuario así lo desea en tanto los conceptos expuestos son entendidos.

B.2 Vista general de los procesos de desarrollo y calidad

Tabla B1 muestra un modelo ejemplo que relaciona las actividades del proceso del ciclo de vida de software (actividad 1 a actividad 8) a sus entregables clave y los modelos de referencia relevantes para medir la calidad de los entregables (ejemplo: calidad en uso, calidad externa, o calidad interna).

La fila 1 describe las actividades del proceso del ciclo de vida de desarrollo de software (esta puede ser adaptada para adecuarse a necesidades individuales). La fila 2 describe si una medida actual o pronosticada es posible para la categoría de la medida (ejemplo: calidad en uso, calidad externa, o calidad interna). La fila 3 describe los entregables clave que pueden ser medidos por calidad, y la fila 4 describe las métricas que pueden ser aplicadas en cada entregable de cada actividad del proceso.

TABLA B.1 - Modelo de medidas de calidad

Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8
letallado de	Codificación y prueba de software	Integración y Pruebas de calificación del software	Integración y Pruebas de calificación de sistema	Instalación del software	Aceptación y Soporte del Software
en uso medida, externa medida, interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad externa pronosticada, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad externa pronosticada, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad interna medida	Calidad en uso pronosticada, Calidad externa medida, Calidad interna medida	Calidad en uso medida, Calidad externa medida, Calidad interna medida
letallado de	Código de software y Resultados de las pruebas	Producto Software, Resultados de las pruebas	Sistema integrado, Resultado de las pruebas	Sistema instalado	Producto software entregado
internas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas internas, Métricas externas	Métricas de calidad en uso, Métricas internas, Métricas externas

B.3 Pasos del enfoque de calidad

B.3.1 Aspectos generales

La evaluación de la calidad durante el ciclo de desarrollo está dividida en los siguientes pasos: El paso 1 tiene que ser completado durante la actividad de Análisis de Requerimientos. Los pasos 2 al 5 tienen que ser repetidos durante cada actividad del proceso definido a continuación.

B.3.2 Paso # 1 Identificación de requerimientos de calidad

Determinar los pesos de las necesidades del usuario para cada una de las características y subcaracterísticas de calidad definidas en el modelo de calidad, usando los dos ejemplos de la tabla B.2 para cada categoría de la medición. (calidad en uso, calidad externa y calidad interna). El asignar pesos relativos permitirá a los evaluadores enfocar su esfuerzo en las sub características más importantes.

TABLA B.2 - Características y pesos de las necesidades de los usuarios

a)

Calidad en uso		
	Característica	Peso (Alto/Medio/Bajo)
	Efectividad	A
	Productividad	A
	Integridad	B
	Satisfacción	M

b)

Calidad externa e interna		
Característica	Sub Característica	Peso (Alto/Medio/Bajo)
Funcionalidad	Aplicabilidad	A
	Precisión	A
	Interoperabilidad	B
	Seguridad	B
	Conformidad de funcionalidad	M
Fiabilidad	Madurez (hardware/software/datos)	B
	Tolerancia a fallos	B
	Recuperabilidad (datos, proceso, tecnología)	A
	Conformidad de fiabilidad	A
Usabilidad	Entendibilidad	M
	Facilidad de aprendizaje	B
	Operabilidad	A
	Atractividad	M
Eficiencia	Conformidad de usabilidad	A
	Comportamiento en el tiempo	A
	Utilización de recursos	A
Facilidad de Mantenimiento	Conformidad de eficiencia	A
	Analizabilidad	A
	Cambiabilidad	M
	Estabilidad	B
	Testeabilidad	M
Portabilidad	Conformidad de facilidad de mantenimiento	A
	Adaptabilidad	A
	Instalabilidad	B
	Co existencia	A
	Reemplazabilidad	M
Conformidad de portabilidad		A

NOTA: Los pesos pueden ser expresados de la forma de Alto/Medio/Bajo o usando la escala ordinal en el rango de 1-9 (ejm: 1-3 = bajo, 4-6 = medio, 7-9 = alto).

B.3.3 Paso # 2 Especificación de la evaluación

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Identificar las métricas a ser aplicadas y los niveles requeridos para alcanzar las necesidades del usuario definidas en el paso 1 para cada una de las subcaracterísticas de calidad definidas en el modelo de Calidad y registrada como se muestra en el ejemplo de la tabla B.3.

Las entradas y las directivas básicas para la formulación del contenido pueden ser obtenidas del ejemplo en la tabla B.1 que muestra lo que puede ser medido en esta etapa del ciclo de desarrollo.

NOTA: Es posible que algunas de las filas de las tablas estén vacías durante las actividades específicas del ciclo de desarrollo porque no será posible medir todas las subcaracterísticas en una etapa inicial del proceso de desarrollo.

TABLA B.3 - Tablas de medición de calidad

a)

Categoría de medición de calidad en uso				
	Característica	Métricas	Nivel requerido	Resultado de la evaluación
	Efectividad			
	Productividad			
	Integridad			
	Satisfacción			

b)

Categoría de medición de calidad externa				
Característica	Sub característica	Métricas	Nivel requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Adaptabilidad			
	Precisión			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad de funcionalidad			
Fiabilidad	Madurez (hardware/software/datos)			
	Tolerancia a fallos			
	Recuperabilidad (datos, proceso, tecnología)			
	Conformidad de fiabilidad			
Usabilidad	Entendibilidad			
	Facilidad de aprendizaje			
	Operatividad			
	Atractivo			
	Conformidad de usabilidad			
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo			
	Utilización de recursos			
	Conformidad de eficiencia			
Facilidad de Mantenimiento	Analizabilidad			
	Cambiabilidad			
	Estabilidad			
	Testeabilidad			
	Conformidad de facilidad de mantenimiento			
Portabilidad	Adaptabilidad			
	Instalabilidad			
	Co existencia			
	Reemplazabilidad			
	Conformidad de portabilidad			

c)

Categoría de medición de calidad interna				
Característica	Sub característica	Métricas	Nivel requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Adaptabilidad			
	Precisión			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad de funcionalidad			
Confiabilidad	Madurez (hardware/software/datos)			
	Tolerancia a fallos			
	Recuperabilidad (datos, proceso, tecnología)			
	Conformidad de fiabilidad			
Usabilidad	Entendibilidad			
	Facilidad de aprendizaje			
	Operatividad			
	Atractivo			
	Conformidad de usabilidad			
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo			
	Utilización de recursos			
	Conformidad de eficiencia			
Facilidad de Mantenimiento	Analizabilidad			
	Cambiabilidad			
	Estabilidad			
	Testeabilidad			
Portabilidad	Conformidad de facilidad de mantenimiento			
	Adaptabilidad			
	Instalabilidad			
	Co existencia			
	Reemplazabilidad			
	Conformidad de portabilidad			

B.3.4 **Paso # 3 Diseño de la evaluación**

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Desarrollar un plan de medición (similar al ejemplo en la Tabla B.4) conteniendo los entregables que serán usados como entrada al proceso de medición y las métricas a ser aplicadas.

TABLA B.4 - Plan de medición

Sub característica	Entregables a ser evaluados	Métricas internas a ser aplicadas	Métricas externas a ser aplicadas	Métrica de calidad en uso a ser aplicadas
1. Adaptabilidad	1. 2. 3.	1. 2. 3.	1. 2. 3.	(No Aplicable)
2. Satisfacción	1. 2. 3.	(No Aplicable)	(No Aplicable)	1. 2. 3.
3.				
4.				
5.				
6.				

B.3.5 **Paso # 4 Ejecución de la evaluación**

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo.

Ejecutar el plan de evaluación y completar la columna como se muestra en los ejemplos en la Tabla B.3. Los normas de la serie ISO/IEC 14598 deberían ser usados como guía para el planeamiento y la ejecución del proceso de medición.

B.3.6 Paso # 5 Retro alimentación a la organización

Este paso es aplicado durante cada actividad del proceso de desarrollo. Relacionar los resultados una vez que todas las mediciones han sido completadas, en la Tablas B.1 y documentar las conclusiones en un reporte. También identificar áreas específicas donde se requieren mejoras en el proceso de calidad para el producto con la finalidad de alcanzar las necesidades del usuario.

ANEXO C (INFORMATIVO)

EXPLICACIÓN DETALLADA DE LOS TIPOS DE ESCALAS DE MÉTRICAS Y LOS TIPOS DE MEDICIONES

C.1 Tipos de escala de métrica

Uno de los siguientes tipos de escala de métrica de medición debería ser identificado para cada medida, cuando un usuario de métricas tiene el resultado de una medición y usa la medida para cálculo o comparación. Los valores de promedio, ratio o diferencia pueden no tener significado para algunas medidas.

Los tipos de escala de métrica son: escala Nominal, escala Ordinal, escala de Intervalos, escala de Ratios y escala Absoluta. Una escala debe ser siempre definida como $M = F(M)$, donde F es la función admisible. También la descripción de cada tipo de escala de medición contiene una descripción de la función admisible (si M es una métrica entonces $M' = F(M)$ es también una métrica).

a) Escala nominal

$M' = F(M)$ donde F es de cualquiera a,,.. una referencia.

Esto incluye clasificación, por ejemplo, tipos de falla de software (datos, control, otro). Un promedio tiene significado sólo, si éste es calculado con la frecuencia del mismo tipo. Un ratio tiene significado sólo cuando este es calculado con la frecuencia de cada tipo referenciado. Así, el ratio y el promedio pueden ser usados para representar una diferencia en la frecuencia de sólo el mismo tipo entre casos iniciales y posteriores o dos casos similares. En caso contrario, ellos pueden ser usados para comparar mutuamente la frecuencia de cada otro tipo respectivamente.

Ejemplos: Número de identificación de la línea de transporte urbano. Número de identificación de mensaje de error de compilación.

Afirmaciones significativas son números de diferentes categorías solamente.

b) Escala ordinal

$M' = F(M)$ donde F es cualquier relación de incremento monótono que es, $M(x) \geq M(y)$ implica $M'(x) \geq M'(y)$.

Esto incluye ordenamiento, por ejemplo, fallas de software por severidad (sin importancia, marginal, crítica, catastrófica). Un promedio tiene significado sólo si éste es calculado con la frecuencia del mismo orden referenciado. Un ratio tiene significado sólo cuando éste es calculado con la frecuencia de cada orden referenciado. Así, el ratio y el promedio pueden ser usados para representar una diferencia en frecuencia de sólo el mismo orden entre casos iniciales y posteriores o dos casos similares. En caso contrario, ellos pueden ser usados para comparar mutuamente la frecuencia de cada orden.

Ejemplos: Resultado de un examen escolar (excelente, bueno, aceptable, no aceptable).

Afirmaciones significativas: Cada una dependerá del orden de su posición, por ejemplo la mediana.

c) Escala de intervalo

$$M' = aM + b \quad (a>0)$$

Ésta incluye escalas de puntuación ordenadas donde la diferencia entre dos medidas tiene un significado empírico.

Sin embargo, el ratio de dos medidas en una escala de intervalo puede no tener el mismo significado empírico.

Ejemplos: Temperatura (Celsius, Fahrenheit, Kelvin), diferencia entre el tiempo de cómputo real y el tiempo pronosticado.

Afirmaciones significativas: Un promedio aritmético y cualquiera que dependa de un orden.

d) Escala de Ratio

$$M' = aM \ (a>0)$$

Ésta incluye escalas de puntuación ordenadas, donde la diferencia entre dos medidas y también la proporción de dos medidas tienen el mismo significado empírico. Un promedio y un ratio tienen significado respectivamente y ellos dan significado real a sus valores.

Ejemplos: Longitud, peso, tiempo, tamaño, conteo.

Afirmaciones significativas: Promedio geométrico, porcentaje.

e) Escala absoluta

$$M' = M \text{ } \text{ellas pueden ser medidas sólo de una manera}$$

Cualquier sentencia relacionada a medidas es significativa. Por ejemplo el resultado de dividir una medida de tipo de escala ratio entre otra medida de tipo de escala ratio donde la unidad de medición es la misma, es absoluto. Una medición de tipo de escala absoluta es de hecho una sin unidad.

Ejemplo: Número de líneas de código con comentarios dividida entre el número total de líneas de código.

Afirmaciones válidas: Todas.

C.2 Tipos de medición

C.2.0 Aspectos generales

Para diseñar un procedimiento para recolectar datos, interpretando significados justos y normalizando medidas para comparación, un usuario de métricas debería identificar y tomar en cuenta el tipo de medida de la medición empleada por una métrica.

C.2.1 Tipo de medida de tamaño

C.2.1.0 Aspectos generales

Una medida de este tipo representa un tamaño particular de software de acuerdo a lo que se busca medir con su definición.

NOTA: El software puede tener muchas representaciones de tamaño (como cualquier entidad puede ser medida en más de una dimensión – masa, volumen, área de superficie, etc.).

Normalizando otras medidas con una medida de tamaño puede dar valores comparables en término de unidades de tamaño. Las medidas de tamaño descritas más adelante, pueden ser usadas por mediciones de calidad de software.

C.2.1.1 Tipo de tamaño funcional

El tamaño funcional es un ejemplo de tamaño (una dimensión) que el software puede tener. Cualquier instancia de software puede tener más de un tamaño funcional dependiendo de, por ejemplo:

- a) El propósito para medir el tamaño del software (éste influye el alcance del software incluido en la medición);
- b) el método particular usado para medir el tamaño funcional (éste cambiará las unidades y la escala).

La definición de los conceptos y procesos para aplicar un método de medición del tamaño funcional (Método FSM) es provisto por la Norma ISO/IEC 14143-1.

Para usar el tamaño funcional para normalización es necesario asegurar que el mismo método de medición de tamaño funcional sea usado, y que los diferentes software que están siendo comparados hayan sido medidos con el mismo propósito y consecuentemente tienen un alcance comparable.

Aunque lo que sigue a menudo reclaman que ello representa el tamaño funcional, no se garantiza que ellos sean equivalentes al tamaño funcional obtenido de aplicar el método FSM que cumple con la ISO/IEC 14143-1. Sin embargo, ellos son ampliamente usados en desarrollo de software:

1. Número de hojas de cálculo,
2. número de pantallas;
3. número de archivos o conjuntos de datos que son procesados;
4. número de requerimientos funcionales identificados descritos en las especificaciones de requerimientos del usuario.

C.2.1.2 **Tipo de tamaño de programa**

En esta cláusula, el término ‘programación’ representa las expresiones que cuando son ejecutadas se convierten en acciones y el término ‘lenguaje’ representa el tipo de expresión usada.

C.2.1.2.1 **Tamaño de programa fuente**

El lenguaje de programación debería ser explicado y se debería prever el cómo serán tratadas las sentencias no ejecutables, tales como las líneas de comentarios. Las siguientes medidas son comúnmente usadas.

Sentencias fuente sin comentarios (SFSC) incluyen sentencias ejecutables y sentencias de declaración de datos con sentencias fuente lógicas.

NOTA 1: Tamaño de programa nuevo.

Un desarrollador puede usar el tamaño de programa recién desarrollado para representar el tamaño de producto de trabajo de desarrollo y mantenimiento.

NOTA 2: Tamaño del programa cambiado

Un desarrollador puede usar el tamaño de programa cambiado para representar el tamaño del software que contienen componentes modificados.

NOTA 3: Tamaño de programa computado

Ejemplo de fórmula de cómputo de tamaño de programa es nuevas líneas de código + 0,2 x líneas de código de componentes modificados (NASA Goddard).

Puede ser necesario distinguir un tipo de sentencias de código fuente en más detalle como sigue:

i) Tipo de sentencia

Sentencia Fuente Lógica (SFL). SFL mide el número de instrucciones de software. Las sentencias son independientes de las líneas e independiente del formato físico en el cual ellas aparecen.

Sentencia Fuente Física (SFF). La SFF mide en número de líneas de código fuente de software.

ii) Atributo de sentencia

- Sentencias ejecutables;
- Sentencias de declaración de datos;
- Sentencias de directivas de compilación;
- Sentencias de comentarios.

iii) Origen

- Sentencias fuente modificadas;

- Sentencias fuente añadidas;
- Sentencias fuente removidas;
- Sentencias fuente recién desarrolladas: (= sentencias fuente añadidas + sentencias fuente modificadas);
- Sentencias fuente reusadas: (= sentencias fuente originales - modificadas - removidas).

C.2.1.2.2 Tamaño por conteo de palabras del programa

La medición puede ser calculada, usando la medición de Halstead:

Vocabulario del Programa = $n_1 + n_2$; Longitud del Programa observado = $N_1 + N_2$, donde:

- n_1 : Es el número de distintas palabras operador las cuales son preparadas y reservadas por el lenguaje de programación en un código de programa fuente;
- n_2 : Es el número de distintas palabras operando las cuales son definidos por el programador en un código de programa fuente;
- N_1 : Es el número de ocurrencias de operadores distintos en un código de programa fuente;
- N_2 : Es el número de ocurrencias de operandos distintos en un código de programa fuente.

C.2.1.2.3 Número de módulos

La medición se obtiene contando el número de objetos ejecutables independientemente tales como módulos de un programa.

C.2.1.3 **Tipo de medición de recurso utilizado**

Este tipo identifica recursos utilizados por la operación del software que está siendo evaluado.

Son ejemplos:

- a) **Cantidad de memoria:** Por ejemplo, cantidad de disco o memoria ocupada temporal o permanentemente durante la ejecución del software;
- b) **Carga de E/S:** Por ejemplo, cantidad de tráfico de datos de comunicación (significativo para herramientas de respaldo en una red);
- c) **Carga de procesador:** Por ejemplo, porcentaje de procesador ocupado, grupo de instrucciones por segundo (este tipo de medida es significativo para medición de utilización del CPU y eficiencia de distribución de procesos en software multi-hilos corriendo en sistemas concurrentes/paralelos);
- d) **Archivos y registros de datos:** Por ejemplo, longitud en bytes de archivos o registros;
- e) **Documentos:** Por ejemplo, número de páginas de documento.

Puede ser importante tomar nota de valores pico (máximo), mínimo y promedio, así como de períodos de tiempo y número de observaciones hechas.

C.2.1.4 **Tipo de paso de procedimiento operativo especificado**

Este tipo identifica pasos estáticos de procedimientos los cuales son especificados en una especificación de diseño de interfaz humana o en un manual de usuario.

El valor medido puede diferir dependiendo en qué clases de descripción son usadas para medición, tal como un diagrama o un texto representando procedimientos operativos de

usuario.

C.2.2 **Tipo de medición de tiempo**

C.2.2.0 **General**

El usuario de métricas de tipo medición de tiempo debería registrar períodos de tiempo, cuántas ubicaciones fueron examinadas y cuántos usuarios tomaron parte en las mediciones.

Hay muchas formas en las cuales el tiempo puede ser medido como una unidad, como se muestra en los siguientes ejemplos:

a) **Unidad de tiempo real**

Este es un tiempo físico: p. e. segundo, minuto u hora. Esta unidad es usualmente usada para describir tiempos procesamiento de tareas de software de tiempo real.

b) **Unidad de tiempo de la computadora**

Este es el tiempo del reloj de la computadora: por ejemplo. segundo, minuto, u hora de tiempo del CPU.

c) **Unidad de tiempo oficial programado**

Este incluye horas de trabajo, días calendario, meses o años.

a) **Unidad de tiempo de componente**

Cuando hay múltiples ubicaciones, el tiempo del componente identifica una ubicación individual y éste es una acumulación del tiempo individual de cada ubicación. Esta unidad es usualmente usada para describir la confiabilidad de componentes, por ejemplo, ratio de

fallas del componente.

b) Unidad de tiempo del sistema

Cuando hay múltiples locaciones, el tiempo del sistema no identifica las locaciones individuales sino que identifica todos los lugares de ejecución, como un todo en un sistema. Esta unidad es usualmente usada para describir confiabilidad de sistemas, por ejemplo, ratio de fallas de sistemas.

C.2.2.1 Tipo tiempo de operación del sistema

El tipo tiempo de operación del sistema provee una base para medir la disponibilidad del software. Éste es usado principalmente para evaluaciones de confiabilidad. Éste debería ser identificado tanto si el software bajo operación descontinuada u operación continua. Si el software opera en forma descontinuada, se debería asegurar que las mediciones de tiempo sean realizadas en los periodos que el software esté activo (esto se extiende obviamente para la operación continua).

- a) Tiempo transcurrido:** Cuando el uso de software es constante, por ejemplo en sistemas operando la misma longitud de tiempo cada semana.
- b) Tiempo de máquina encendida:** Para software de tiempo real, integrado o sistema operativo que está en uso completo, el tiempo total que el sistema está operando.
- c) Tiempo de máquina normalizada:** Como en el “tiempo de máquina encendida”, pero tomando datos de varias máquinas de diferente “tiempo de máquina encendida” y aplicando un factor de corrección.

C.2.2.2 Tipo tiempo de ejecución

El tipo tiempo de ejecución es el tiempo necesario para ejecutar el software para completar una tarea especificada. La distribución de varias tentativas debería ser analizada y los

valores medio, desviación o máximo deberían ser calculados. La ejecución bajo las condiciones específicas, particularmente condiciones de sobrecarga, deberían ser examinadas. El tipo tiempo de ejecución es usado principalmente para evaluaciones de eficiencia.

C.2.2.3 **Tipo tiempo de usuario**

El tipo tiempo de usuario es medido sobre los períodos de tiempo gastados por usuarios individuales en completar tareas usando operaciones del software. Algunos ejemplos son:

- a) **Tiempo de sesión:** Medido entre el inicio y el fin de una sesión. Útil, como ejemplo, para graficar comportamientos de usuarios de un sistema de banca desde el hogar. Para un programa interactivo donde el tiempo ocioso no es de interés o donde solamente los problemas de usabilidad interactiva serán estudiados.
- b) **Tiempo de tarea:** Tiempo gastado por un usuario individual para completar una tarea usando operaciones del software en cada intento. Los puntos inicial y final de la medición deberían ser bien definidos.
- c) **Tiempo de usuario:** Tiempo gastado por un usuario individual usando el software desde un punto de inicio en el tiempo (aproximadamente, es cuántas horas o días el usuario usa el software desde el principio).

C.2.2.4 **Tipo de esfuerzo**

Tipo de esfuerzo es el tiempo productivo asociado con una tarea específica del proyecto.

- a) **Esfuerzo individual:** Es el tiempo productivo el cual es necesario para que la persona individual, que es un desarrollador, un responsable de mantenimiento o un operador, trabaje para completar una tarea específica. El esfuerzo individual asume sólo un cierto número de horas productivas por día.
- b) **Esfuerzo de tarea:** Es un valor acumulado de todos los individuos del proyecto: desarrollador, responsable de mantenimiento, operador, usuario u otros que trabajan para completar una tarea específica.

C.2.2.5 Tipo tiempo de intervalo de eventos

Este tipo de medida es el intervalo de tiempo entre un evento y el siguiente durante un periodo de observación. La frecuencia de un periodo de tiempo de observación puede ser usada en lugar de esta medida. Ésta es típicamente usada para describir el tiempo entre fallas que ocurren sucesivamente.

C.2.3 Tipo medida de conteo

Si los atributos de documentos de producto software son contados, ellos son tipo de cantidad estáticas. Si los eventos o acciones humanas son contados, ellos son tipo de cantidad dinámica.

C.2.3.1 Tipo número de fallas detectadas

La medida cuenta las fallas detectadas durante revisiones, pruebas, correcciones, operación o mantenimiento. Niveles de severidad pueden ser usados para categorizarlas tomando en cuenta el impacto de la falla.

C.2.3.2 Tipo número de complejidad estructural del programa

Esta medida cuenta la complejidad estructural del programa. Ejemplos son el número de distintos caminos o el número ciclomático de McCabe.

C.2.3.3 Tipo número de inconsistencia detectadas

Esta medida cuenta los ítems inconsistentes detectados los cuales son preparados para investigación.

a) Número de ítems que fallan la conformidad.

Ejemplo:

- Conformidad a ítems especificados de especificación de requerimientos;
- Conformidad a la regla, regulación o norma;
- Conformidad a protocolos, formatos de datos, formato de media, códigos de carácter.

b) Número de ocurrencia de falla de expectativa de usuario

La medida es contar la lista de ítems satisfechos/insatisfechos, que describe las brechas entre las expectativas razonables del usuario y la actuación del producto software.

La medida usa cuestionarios para ser respondidos por probadores, clientes, operadores o usuarios finales acerca de que deficiencias fueron encontradas.

Los siguientes son ejemplos:

- Funciones disponibles o no;
- Funciones operables efectivamente o no;
- Función operable para un uso intentado específico del usuarios o no;
- Función es esperada, necesaria o no necesaria.

C.2.3.4 Tipo número de cambios

Este tipo identifica ítems de configuración del software los cuales son detectados por haber sido cambiados. Un ejemplo es el número de líneas de código fuente cambiadas.

C.2.3.5 Tipo número de fallas detectadas

Esta medida cuenta el número de fallas detectadas durante el desarrollo, prueba, operación o mantenimiento del producto. Niveles de severidad pueden ser usados para categorizarlas tomando en cuenta el impacto de la falla.

C.2.3.6 Tipo número de intentos (Pruebas)

Esta medida cuenta el número de intentos para corregir el defecto o falla. Por ejemplo, durante revisiones, pruebas y mantenimiento.

C.2.3.7 Tipo procedimiento operativo de golpes humanos

Esta medida cuenta el número de golpes de acción del usuario humano como pasos dinámicos de un procedimiento cuando un usuario está interactivamente operando el software. Esta medida cuantifica la usabilidad ergonómica como también el esfuerzo de uso. Por lo tanto, ésta es usada en medición de usabilidad. Ejemplos son el número de golpes para realizar una tarea, número de movimientos de ojo, etc.

C.2.3.8 Tipo puntuaciones

Este tipo identifica la puntuación o el resultado de un cálculo aritmético. Puntuaciones pueden incluir conteo o cálculo de pesos confrontados con una lista de chequeo. Ejemplos: Puntuación de lista de chequeo, puntuación de cuestionarios, Método Delphi, etc.

ANEXO D (INFORMATIVO)

TÉRMINO(S)

D.1 Definiciones

Las definiciones son de la ISO/IEC14598-1 y la ISO/IEC 9126-1, a menos que se indique lo contrario.

D.1.1 Calidad

D.1.1.1 Calidad: Grado en el que un conjunto de características (NTP-ISO 9000 apartado 3.5.1) inherentes cumple con los requisitos (NTP-ISO 9000 apartado 3.1.2).
[NTP-ISO 9000]

NOTA 1: El término “calidad” puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente.

NOTA 2: “Inherente”, en contraposición a “asignado”, significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

D.1.1.2 Calidad externa: Hasta qué punto un producto satisface las necesidades explícitas e implícitas cuando es usado bajo condiciones especificadas.

D.1.1.3 Calidad interna: Es la totalidad de atributos del producto que determinan su habilidad para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas bajo condiciones específicas.

NOTA 3: El término “atributo” es usado (más que el término “característica” utilizado en 3.1.3) como el término “característica” es usado en un sentido más específico en la serie ISO/IEC 9126.

D.1.1.4 Calidad en uso: La capacidad del producto software para permitir a un usuario específico conseguir metas específicas con efectividad, productividad, integridad y satisfacción en contextos especificados de uso.

NOTA 4: Calidad en uso es el punto de vista del usuario de la calidad de un entorno conteniendo software y es medido a partir de los resultados de usar el software en el entorno, en vez de las propiedades del software por sí mismo.

NOTA 5: La definición de calidad en uso en la NTP-ISO/IEC 14598-1 no incluye actualmente la nueva característica de "seguridad".

D.1.1.5 Modelo calidad: Es un conjunto de características y la relación entre las mismas, que conforman la base para especificar los requerimientos de calidad y la evaluación de calidad.

D.1.2 Software y usuario

D.1.2.1 Software: Todo o parte de los programas, procedimientos, reglas y documentación asociada a un sistema de procesamiento de información.

NOTA 1: El software es una creación intelectual que es independiente del medio en el cual fue grabado.
[ISO/IEC 2382-1:1993]

D.1.2.2 Producto software: El conjunto de programas de computadora, procedimientos, posible documentación y datos asociados.

NOTA 2: Los productos incluyen productos intermedios, y productos para usuarios como desarrolladores y responsables de mantenimiento.
[NTP-ISO/IEC 12207:2003]

D.1.2.3 Usuario: Un individuo que utiliza el producto software para realizar una función específica.

NOTA 3: Los usuarios pueden incluir operadores, receptores de los resultados del software, o desarrolladores o responsable de mantenimiento de software.

D.1.3 **Mediciones**

D.1.3.1 Atributo: Una propiedad física o abstracta de una entidad, capaz de ser medida.

D.1.3.2 Medida directa: Una medida de un atributo que no depende de la medida de ningún otro atributo.

D.1.3.3 Medida externa: una medida indirecta de un producto derivada de las medidas del comportamiento de sistema del que es parte.

NOTA 1: El sistema incluye cualquier hardware, software (ya sea software a medida o software tipo paquete) y usuarios.

NOTA 2: El número de fallas encontradas durante las pruebas es una medida externa del número de fallas en el programa, porque el número de fallas son contadas durante la operación de un sistema de computadora ejecutando el programa para identificar las fallas en el código.

NOTA 3: Las medidas externas pueden ser usadas para evaluar los atributos de calidad cercanos a los objetivos finales del diseño.

D.1.3.4 Indicador: Una medida que puede ser usada para estimar o pronosticar otra medida.

NOTA 4: La medida puede ser de la misma o de una característica diferente.

NOTA 5: Los indicadores pueden ser usados tanto para estimar atributos de calidad de software y para estimar atributos del proceso de producción. Ellos son medidas indirectas de los atributos.

D.1.3.5 Medida indirecta: Es la medida de un atributo derivada de la medida de uno o más atributos diferentes.

NOTA 6: Una medida externa de un atributo de un sistema de cómputo (tal como el tiempo de respuesta a la entrada de los datos del usuario) es una medición indirecta de los atributos del software dado que esta medida se verá influenciada por los atributos del entorno de computo así como también por los atributos propios del software.

D.1.3.6 Medida interna: Una medida derivada del producto mismo, sea directa o indirecta; ésta no es derivada de medidas del comportamiento del sistema del cual es una parte.

NOTA 7: Líneas de código, complejidad, el número de fallas encontradas en una *walk through* y el “Fog index” son todas las medidas internas hechas en el producto mismo.

D.1.3.7 Medida (sustantivo): Es el número o categoría asignada a un atributo de una entidad al hacer una medición.

D.1.3.8 Medir (verbo): Es el número o categoría que una entidad le asigna a un atributo al efectuar una medición.

D.1.3.9 Medición: El proceso de asignar un número o categoría a una entidad para describir un atributo de la misma.

NOTA 8: “Categoría” es usada para denotar medidas cualitativas de atributos. Por ejemplo, algunos importantes atributos de productos software, por ejemplo: el lenguaje de programa fuente (ADA, C, COBOL, etc.) son cualitativos.

D.1.3.10 Métrica: Es una escala de medición y el método usado para la medición.

NOTA 9: Las métricas pueden ser internas o externas.

Las métricas incluyen métodos para categorizar los datos cualitativos.