CONTENIDO
CAPÍTULO III

3

Estándares para Evaluación de la Calidad del Software

Estándares para Evaluación de la Calidad del Software

3 Estándares para Evaluación de la Calidad del Software

Se tratan los estándares ISO/IEC 9126, ISO 14598 e ISO 25000 para la evaluación de la calidad del software formulados por la Organización Internacional para la Estandarización. Se describen las partes o divisiones de una de las normas haciendo énfasis especialmente en los modelos de calidad que estos proponen.

3.1. Estándar ISO/IEC 9126

Para la evaluación de la calidad la ISO ha formulado entre otros los estándares ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000.

El estándar ISO 9126 fue formulado inicialmente en 1991 estableciendo un modelo de calidad y su uso como marco para la evaluación de software. En esta norma se distingue entre calidad interna y calidad externa, y se introduce también el concepto de calidad en uso; esta norma es una de las normas ISO que goza de más reconocimiento dentro de la comunidad y tiene como fundamento modelos de calidad aportados por diversas investigaciones realizadas en los últimos 30 años para la caracterización de la calidad del producto software.

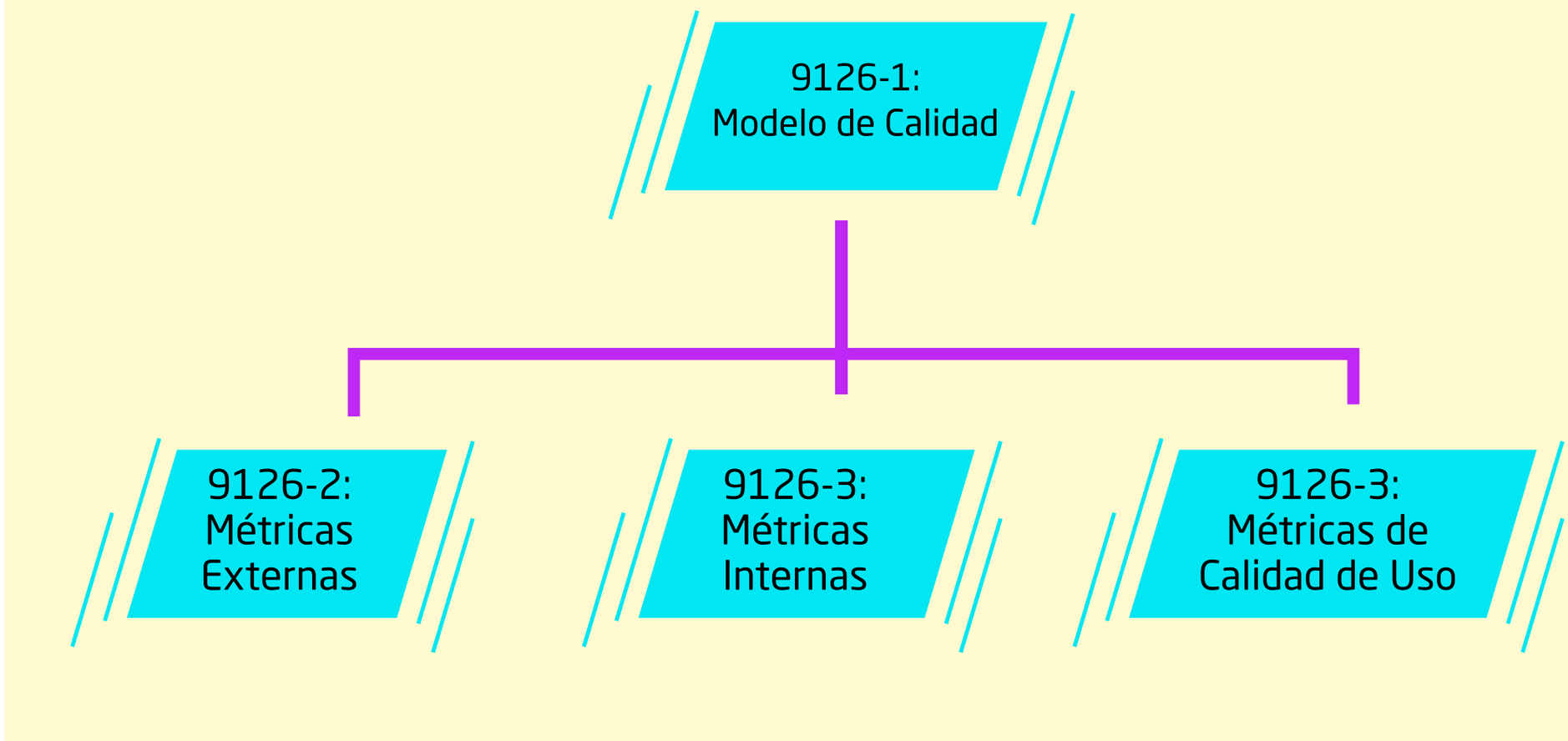
La versión original del estándar ISO/IEC 9126 fue reemplazada en 2001 por dos estándares relacionados: el ISO/IEC 9126 para la calidad del software y el ISO/IEC 14598 para la evaluación de productos software.

El objetivo de esta norma ISO/IEC 9126 es proponer un modelo de calidad que sirva como elemento central en un proceso de evaluación. El modelo de calidad que propone la norma puede aplicarse a cualquier tipo de software incluido el desarrollado para el ámbito educativo.

3.1.1. Partes de la norma.

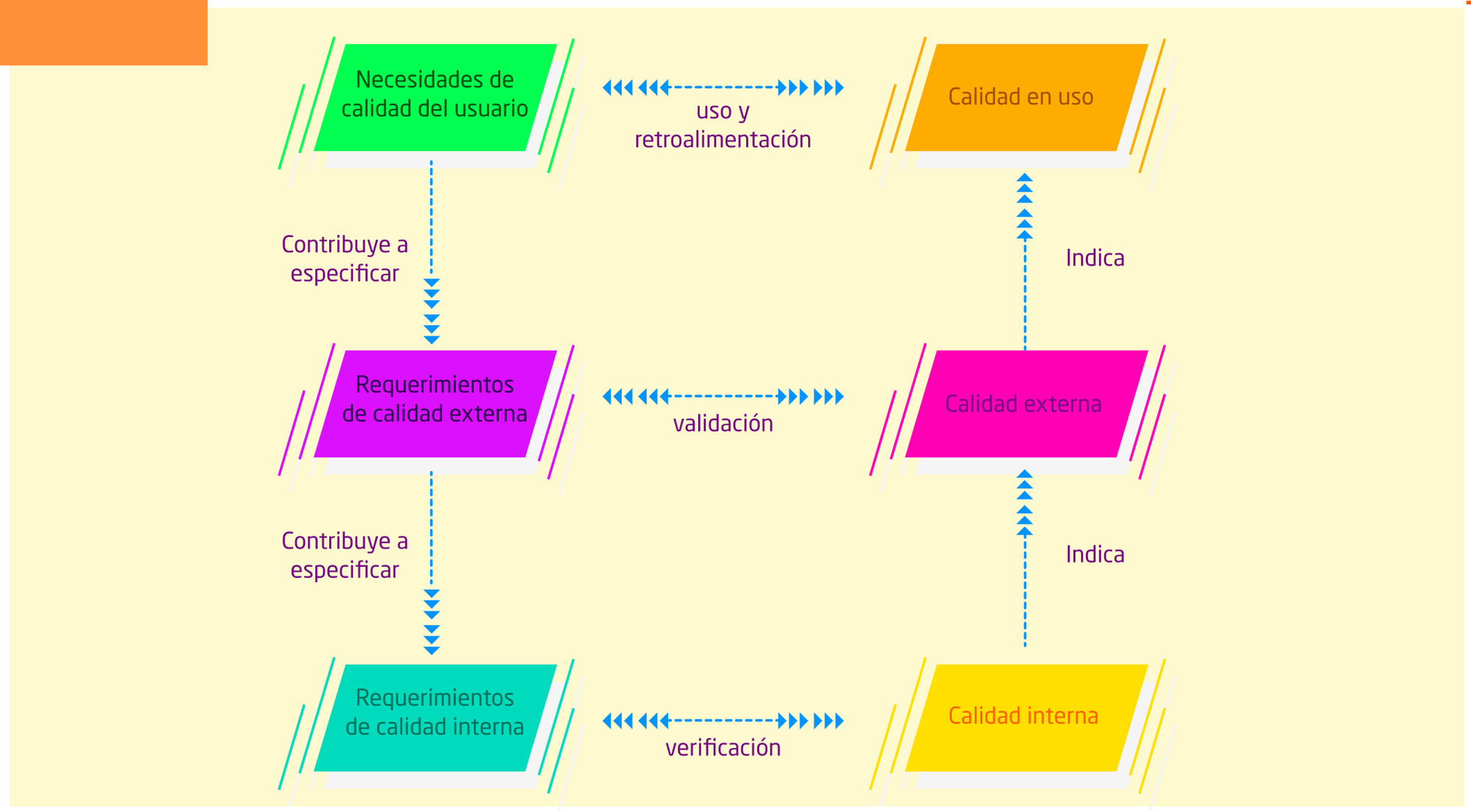
La norma ISO 9126 está compuesta por 4 partes que se relacionan como lo muestra la figura 11.

Figura 11. Relación de las Partes de la norma ISO 9126.



El modelo de calidad que propone la norma descompone el concepto de calidad en componentes que denomina calidad interna, calidad externa y calidad en uso. La idea con este planteamiento es cubrir las necesidades de los usuarios, desarrolladores y los mismos productos. La figura 12 ilustra la calidad en el ciclo de vida del software y permite explicar que las necesidades de calidad que tenga el usuario para un producto software, deben facilitar la definición de los requerimientos de calidad externa y estos a su vez los requerimientos de calidad interna.

Figura 12.
Calidad en el Ciclo de Vida del Software



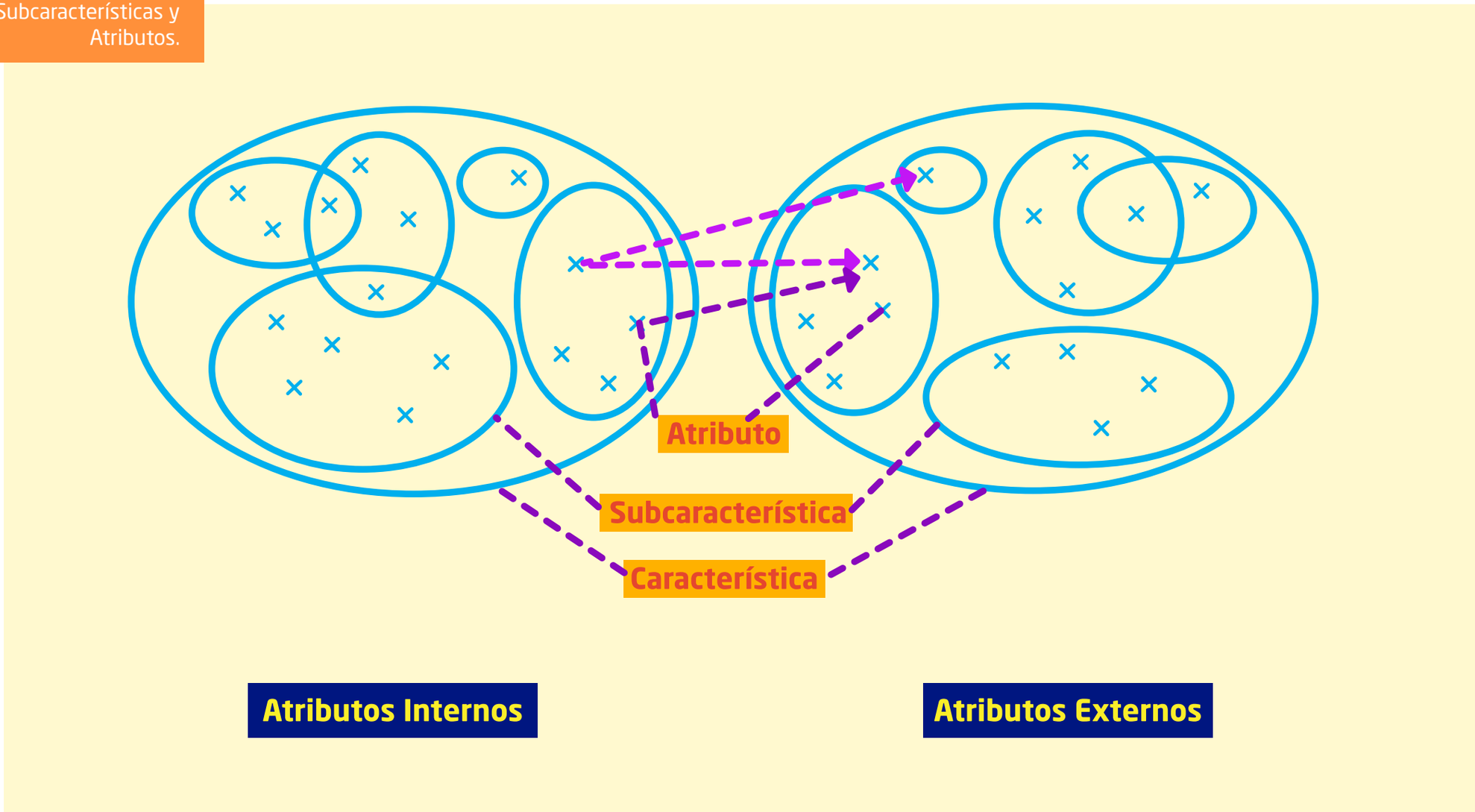
Nota Fuente: ISO/IEC 9126-1 (2001).

La norma ISO/IEC 9126 está conformada por 4 partes y es bueno resaltar que sólo la primera parte ISO/IEC 9126-1, es un estándar aprobado y publicado, siendo las demás partes informes o reportes técnicos (Technical Report, TR) . A continuación se describen cada una de las partes:

- ISO/IEC 9126-1 "Características de Calidad y Subcaracterísticas",

esta parte plantea los conceptos básicos que conforman la norma, es decir las características, sub características, atributos y métricas, ver figura 13.

Figura 13. Características de Calidad, Subcaracterísticas y Atributos.



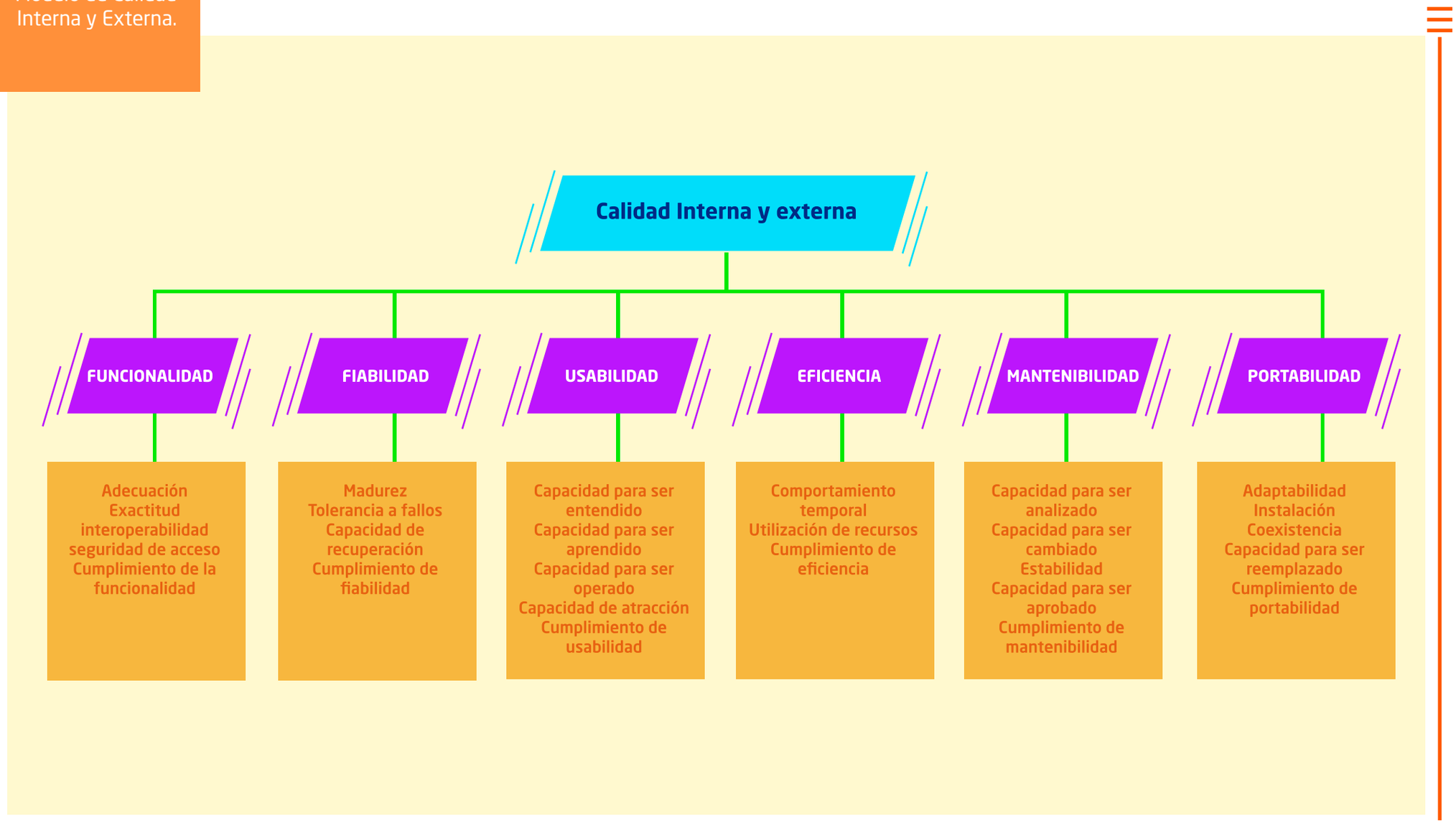
Nota Fuente: Elaborado a partir de ISO/IEC 9126-1 (2001).

La norma propone una jerarquía donde al nivel más bajo se encuentran los atributos de calidad definidos para productos software, y estos a su vez se clasifican en subccaracterísticas, las cuales hacen parte de alguna de las características definidas; estas características equivalen a los factores de calidad que se mencionaron en el capítulo anterior.

Según ISO/IEC 9126-1 (2001), algunos atributos pueden contribuir a más de una subcaracterística y una característica puede ser influenciada por más de un atributo. Se puede presentar también que los niveles de ciertos atributos internos influyan en los niveles de algunos atributos externos. Por ejemplo, la característica de confiabilidad puede ser medida externamente mediante la observación del número de fallas en un período determinado de tiempo de ejecución durante una prueba del software, e internamente mediante la inspección de las especificaciones detalladas y el código fuente para evaluar el nivel de tolerancia a fallos; se dice que los atributos internos son indicadores de los atributos externos.

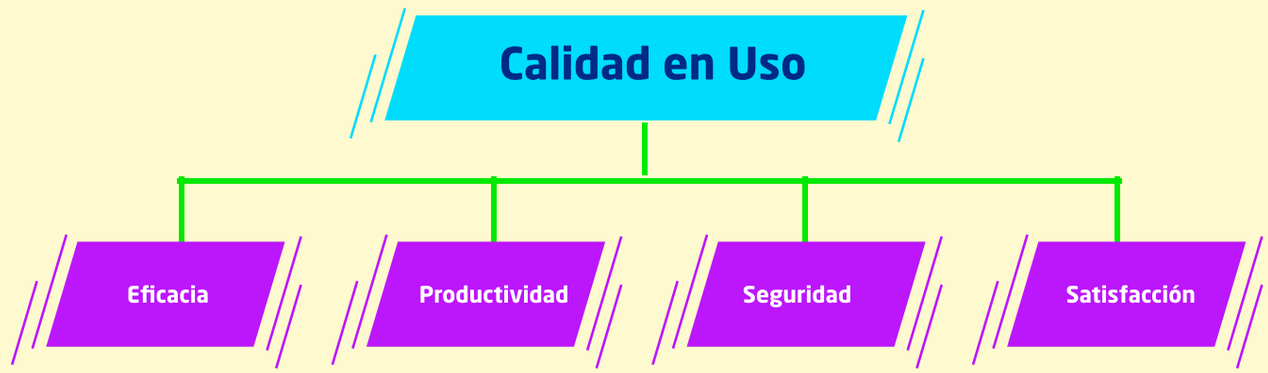
La ISO/IEC 9126-1 propone además dos modelos de calidad: *un modelo de calidad para la calidad interna y externa*, que está conformado por seis características principales que a su vez se sub-dividen en subccaracterísticas (ver figura 14); y un *modelo de* calidad en uso, que está conformado por cuatro características que a su vez se sub-dividen en subccaracterísticas (ver figura 15). Cada uno de los elementos (características y subccaracterísticas) que proponen estos modelos se describen más adelante.

Figura 14.
Modelo de Calidad Interna y Externa.



Nota Fuente: Adaptado de Naranjo Sánchez (2013).

Figura 15. Modelo de Calidad en Uso.



Nota Fuente: Adaptado por el autor teniendo en cuenta ISO/IEC 9126-1 (2001).

- ISO/IEC 9126-2 TR Métricas Externas.

Esta parte propone las métricas externas que se pueden utilizar para la medición de las características de calidad del software, observables en las etapas finales del ciclo de vida del producto software. Las métricas externas que se proponen en esta parte establecen una escala cuantitativa y una forma de medir las características dinámicas del código cuando se ejecuta en una computadora o en el entorno requerido.

• ISO/IEC 9126-3 TR Métricas Internas.

Esta parte brinda las métricas internas que se pueden utilizar para la medición de las características de la calidad del software que se relacionan con las etapas tempranas del proceso de desarrollo o su ciclo de vida. La calidad interna se puede medir y evaluar a través de atributos estáticos que se pueden consultar de documentos o artefactos generados en el proceso de desarrollo del producto, como por ejemplo: la especificación de requerimientos, la arquitectura o diseño, piezas de código fuente, etc. En esta parte se proponen métricas internas que establecen una escala cuantitativa y una forma de medir dichas características.

• ISO/IEC 9126-4 TR Métricas de Calidad en Uso.

Esta parte presenta el concepto de calidad en uso proponiendo un modelo de calidad en uso que permite visibilizar la interrelación entre el usuario y el producto desde la óptica de la eficiencia y la satisfacción. En ISO/IEC 9126-1 (2001), se define la calidad de uso como la capacidad que tiene un producto software para facilitar que usuarios específicos alcancen metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto específico de uso.

3.1.2 Características y subcaracterísticas del modelo de calidad interna y externa.

A continuación en la Tabla 6 se describe cada una de las características y subcaracterísticas propuestas por la norma ISO 9126 para el modelo de calidad interna y externa.

Tabla 6
Características y Subccaracterísticas Calidad Interna y Externa ISO 9126

Característica	Subccaracterística	Definición
Funcionalidad		Capacidad del producto software para proporcionar las funcionalidades que satisfacen las necesidades explicitas e implícitas cuando el software se usa bajo unas ciertas condiciones
	Adecuación	Capacidad del producto software para proporcionar un conjunto de funciones apropiado para unas ciertas tareas y objetivos de usuario
	Exactitud	Capacidad del producto software para proporcionar los resultados o efectos correctos o acordados, con el grado necesario de precisión
	Interoperabilidad	Capacidad del producto software para interactuar con uno o más sistemas
	Seguridad	Capacidad del producto software para proteger información y datos de manera que las personas o sistemas no autorizados no puedan leerlos o modificarlos, al tiempo que no se deniega el acceso a las personas o sistemas autorizados

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

Tabla 6
Características y Subccaracterísticas Calidad Interna y Externa ISO 9126

Característica	Subccaracterística	Definición
Funcionalidad	Cumplimiento funcional	Capacidad del producto software para adherirse a normas, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares relacionadas con la funcionalidad
Fiabilidad	Capacidad del producto software para mantener un nivel especificado de prestaciones cuando se usa bajo unas cierta condiciones	
	Madurez	Capacidad del producto software para evitar fallar como resultado de fallos en el software
	Tolerancia a fallos	Capacidad del software para mantener un nivel especificado de prestaciones en caso de fallos software o de infringir sus interfaces
	Capacidad de recuperación	Capacidad del producto software para reestablecer un cierto nivel de prestaciones y de recuperar los datos directamente afectados en caso de fallo

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

Tabla 6
Características y Subccaracterísticas Calidad Interna y Externa ISO

Característica	Subccaracterística	Definición
Fiabilidad	Cumplimiento de la fiabilidad	Capacidad del producto software para adherirse a normas, convenciones o regulaciones relacionadas con la fiabilidad
Usabilidad	Capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas.	
	Capacidad para ser entendido	Capacidad del producto software que permite al usuario entender si el software es adecuado y cómo puede ser usado para unas tareas o condiciones de uso particulares
	Capacidad para ser aprendido	Capacidad del producto software que permite al usuario aprender sobre su aplicación
	Capacidad para ser administrado	Capacidad del producto software que permite al usuario administrarlo y controlarlo

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

Tabla 6
Características y Subccaracterísticas Calidad Interna y Externa ISO

Característica	Subcaracterística	Definición
Usabilidad	Capacidad de ser atractivo	Capacidad del producto software para ser atractivo al usuario
	Cumplimiento de la usabilidad	Capacidad del producto software para adherirse a normas, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas con la usabilidad
Eficiencia	Capacidad del producto software para proporcionar prestaciones apropiadas, relativas a la cantidad de recursos usados, bajo condiciones determinadas	
	Comportamiento temporal	Capacidad del producto software para proporcionar tiempos de respuesta y de proceso e índices de respuesta al realizar sus funciones bajo unas ciertas condiciones
	Utilización de recursos	Capacidad del producto software para usar las cantidades y tipos de recursos adecuados cuando el software lleva a cabo su función bajo condiciones determinadas

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

Tabla 6
Características y Subcaracteristicas Calidad Interna y Externa ISO

Característica	Subcaracteristica	Definición
Eficiencia	Cumplimiento de la eficiencia	Capacidad del producto software para adherirse a normas o convenciones relacionadas con la eficiencia
Mantenibilidad	Capacidad del producto software para ser modificado. Las modificaciones podrían incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, y requisitos y especificaciones funcionales	
	Capacidad de ser analizado	Capacidad del producto software para serle diagnosticadas deficiencias o causas de los fallos en el software, o para identificar las partes que han de ser modificadas
	Capacidad para ser cambiado	Capacidad del producto software que permite que una determinada modificación sea implementada
	Estabilidad	Capacidad del producto software para evitar efectos inesperados debido a modificaciones del software

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

Tabla 6
Características y Subcaracterísticas Calidad Interna y Externa ISO

Característica	Subcaracterística	Definición
Mantenibilidad	Capacidad para ser probado	Capacidad del producto software que permite que el software modificado sea validado
	Cumplimiento de la mantenibilidad	Capacidad del producto software para adherirse a normas o convenciones relacionadas con la mantenibilidad
Portabilidad	Capacidad del producto software para ser migrado de un entorno a otro	
	Adaptabilidad	Capacidad del producto software para ser adaptado a diferentes entornos, sin aplicar acciones o mecanismos distintos de aquellos proporcionados para este propósito por el propio software
	Instalabilidad	Capacidad del producto software para ser instalado en un cierto entorno

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

Tabla 6
Características y Subcaracteristicas Calidad Interna y Externa ISO

Característica	Subcaracteristica	Definición
Portabilidad	Coexistencia	Capacidad del producto software para coexistir con otro software independiente, en un entorno común, compartiendo recursos comunes
	Capacidad para reemplazar	Capacidad del producto software para ser usado en lugar de otro producto software, para el mismo propósito, en el mismo entorno
	Cumplimiento de la portabilidad	Capacidad del producto software para adherirse a normas o convenciones relacionadas con la portabilidad

Fuente: ISO/IEC 9126-2 TR (2003).

3.1.3. Características del modelo de calidad en uso.

A continuación en la Tabla 7 se describe cada una de las características propuestas por la norma ISO 9126 para el modelo de calidad en uso.

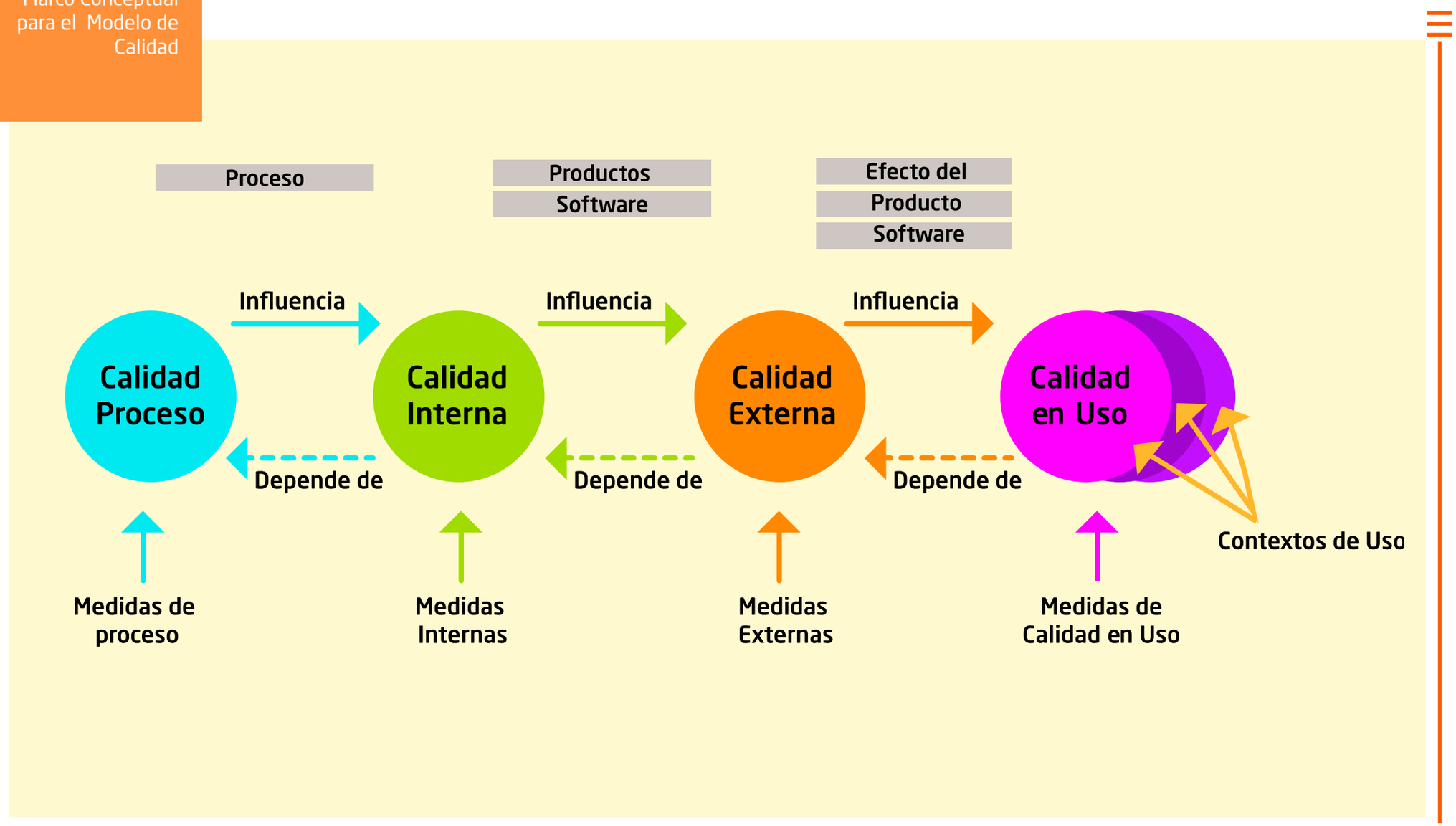
Tabla 7
Características del Modelo de Calidad en Uso ISO 9126

Característica	Definición
Efectividad	Capacidad del software de facilitar al usuario alcanzar objetivos con precisión y completitud.
Productividad	Capacidad del software de permitir a los usuarios gastar la cantidad apropiada de recursos en relación a la efectividad obtenida
Seguridad	Capacidad del software para cumplir con los niveles de riesgo permitidos tanto para posibles daños físicos como para posibles riesgos de datos.
Satisfacción	Capacidad del software para cumplir con los niveles de riesgo permitidos tanto para posibles daños físicos como para posibles riesgos de datos.

Fuente: Adaptado de ISO/IEC 9126-4 TR (2004).

En resumen, lo que se busca con la norma ISO 9126 es que al mejorar la calidad del proceso se contribuya a mejorar la calidad del producto, y esto a su vez contribuya a mejorar la calidad en uso, siendo todo esto posible al realizar la evaluación. Ver figura 16.

Figura 16. Marco Conceptual para el Modelo de Calidad



Nota Fuente: Adaptado de González (2002).

3.2. Estándar ISO/IEC 14598

La norma ISO/IEC 14598 brinda las pautas para realizar el proceso de evaluación teniendo en consideración los posibles actores que se pueden tener como son los desarrolladores, los evaluadores, o compradores.

3.2.1. Partes de la norma.

La norma ISO 14598 está compuesta por 5 partes que se describen a continuación:

• ISO/IEC 14598-1 Visión General.

Esta primera parte de la norma brinda una visión general, indicando la relación existente entre esta norma y el modelo de calidad que se define en la norma ISO/IEC 9126. Igualmente, describe los diferentes términos técnicos generales que son usados y los requisitos que se tienen para realizar la especificación y evaluación de calidad de productos software. Se puede decir. que esta primera parte de la norma ofrece el panorama general para la evaluación de calidad de cualquier tipo de software, indicando los requisitos para los métodos de evaluación y medición que se utilicen.

• ISO/IEC 14598-2 Gestión y Planificación.

Esta segunda parte ofrece una guía a nivel de administración y planificación de la evaluación, indicando requisitos y recomendaciones que pueden ser tenidos en cuenta por las personas responsables de administrar el uso de la tecnología de evaluación o las que dan soporte técnico a la evaluación del software (también involucra al personal de aseguramiento de calidad del software).

• ISO/IEC 14598-3 Proceso para los desarrolladores.

En esta parte se trata la implementación a nivel práctico de la evaluación cuando esta se lleva a cabo en forma paralela con el desarrollo del software, indicando los requerimientos y recomendaciones que deben ser tenidos en cuenta. La idea es que la evaluación este sincronizada con el proceso de desarrollo. Esta parte puede ser usada por los administradores de proyectos (para definir los requerimientos de calidad o para realizar monitoreo y control de la calidad del software durante el desarrollo), y puede ser útil también al personal de aseguramiento de calidad del software.

- ISO/IEC 14598-4 Proceso para los compradores.

Esta parte contiene los requerimientos y recomendaciones para realizar la evaluación de la calidad del software durante la compra o adquisición de este tipo de productos. Las indicaciones que se proveen en esta parte de la norma resultan sumamente útiles para las empresas o usuarios finales al momento de adquirir un software.

- ISO/IEC 14598-5 Proceso para los evaluadores.

En esta parte provee requerimientos y recomendaciones para la implementación práctica de evaluaciones de productos de software cuando varias partes necesitan comprender, aceptar y confiar en los resultados de dichas evaluaciones.

3.2.2. Descripción de la norma ISO/IEC 14598.

Esta norma define una serie de etapas que se deben realizar en el proceso de evaluación de software. Para cada una de las etapas se indican las actividades que se debe realizar, todo con el fin de que el proceso de evaluación se realice de forma adecuada.

Esta norma constituye una guía que brinda los fundamentos para llevar a cabo la evaluación, la cual va a depender del objetivo de que se establezca. Por ejemplo medir la calidad del producto durante su desarrollo, antes de su adquisición, o en una comparación con otros productos similares o simplemente su funcionamiento.

En ISO/IEC 14598-1 (1999), se define que el proceso de evaluación debe tener como características fundamentales: la repetición, es decir que al repetir la evaluación de un producto con la mismas especificaciones y el mismo evaluador se deben ocasionar resultados idénticos; la reproducción, igual a la anterior pero esta vez la evaluación la realiza un evaluador diferente y se producen resultados similares; la imparcialidad, que indica que no se debe dirigir la evaluación hacia un resultado particular; y la objetividad, que implica que los resultados de la evaluación sean reales y no se vean afectados por los sentimientos u opiniones del evaluador.

La norma indica cinco etapas para el proceso de evaluación, estas se describen en la Tabla 8.

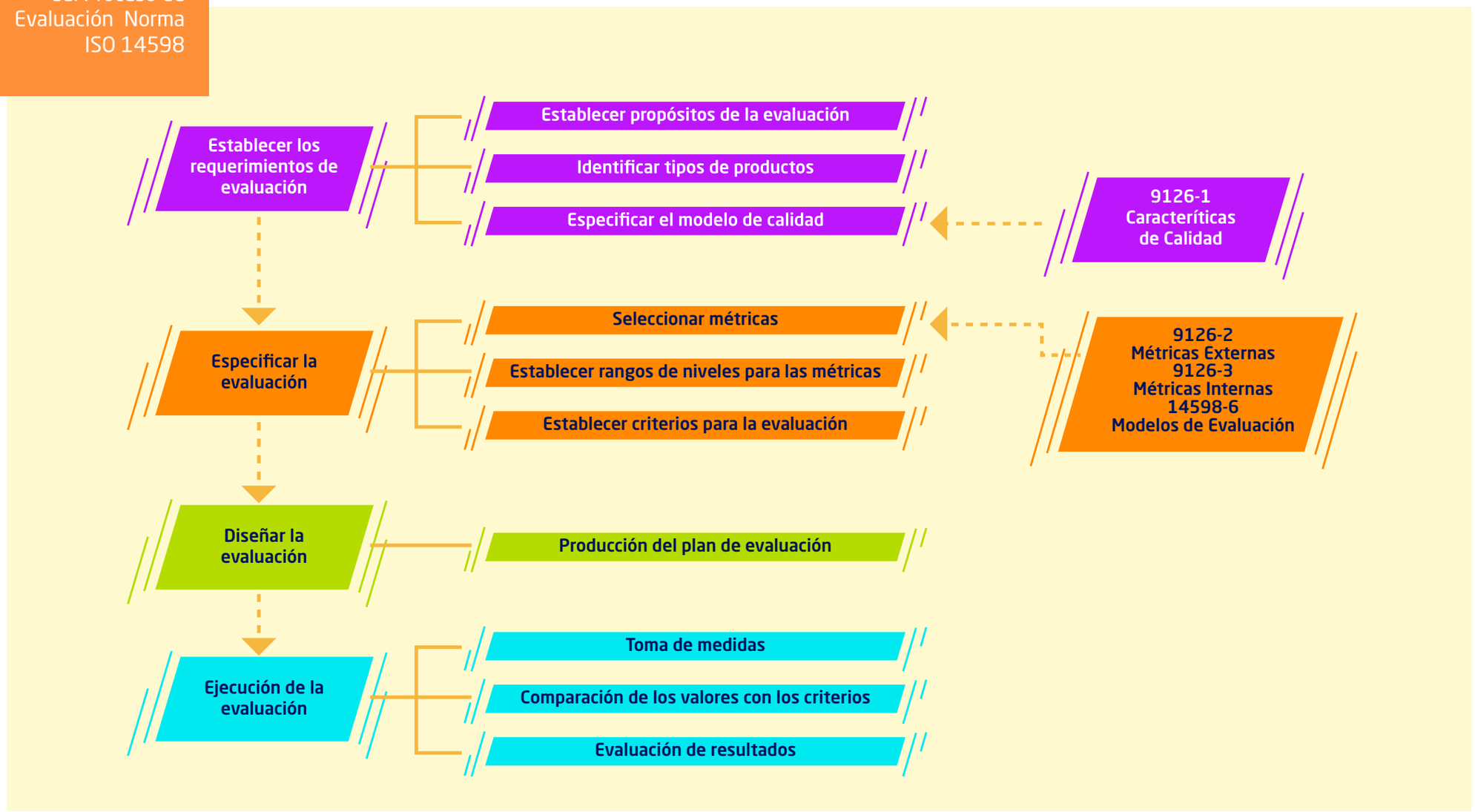
Tabla 8
Etapas del Proceso de Evaluación Norma ISO 14598

Etapa	Descripción
Establecer los requerimientos de evaluación	Se debe establecer primero el propósito de la evaluación identificando el tipo de producto que será evaluado, además de especificar el Modelo de Calidad con sus respectivas características.
Especificación de la evaluación	Conociendo el producto a evaluar y los requerimientos suministrados por el solicitante, se seleccionan métricas que se relacionen con las características del modelo de calidad. Después se establece la escala de medición que será aplicada para medir las métricas y los criterios de evaluación.
Diseño de la evaluación	Se diseña un plan de acción teniendo en cuenta todo lo anterior, describiendo los procedimientos de medición de la calidad y definiendo los recursos necesarios (humanos, materiales, etc.).
Ejecución del plan de evaluación	Radica en la realización de las mediciones establecidas en el plan, se debe llevar un registro detallado de todas las acciones ejecutadas con sus resultados para incluirlas en el reporte final de la evaluación.
Conclusión de la evaluación	Por último el evaluador realiza y entrega el reporte de la evaluación del producto

Fuente: Adaptado de García (2003).

Las diferentes actividades para cada una de las etapas propuestas para el proceso de evaluación se muestran en la Figura 17. En resumen, el proceso para evaluar la calidad del software primero debe establecer los requerimientos de calidad, para después especificar, diseñar y efectuar la evaluación.

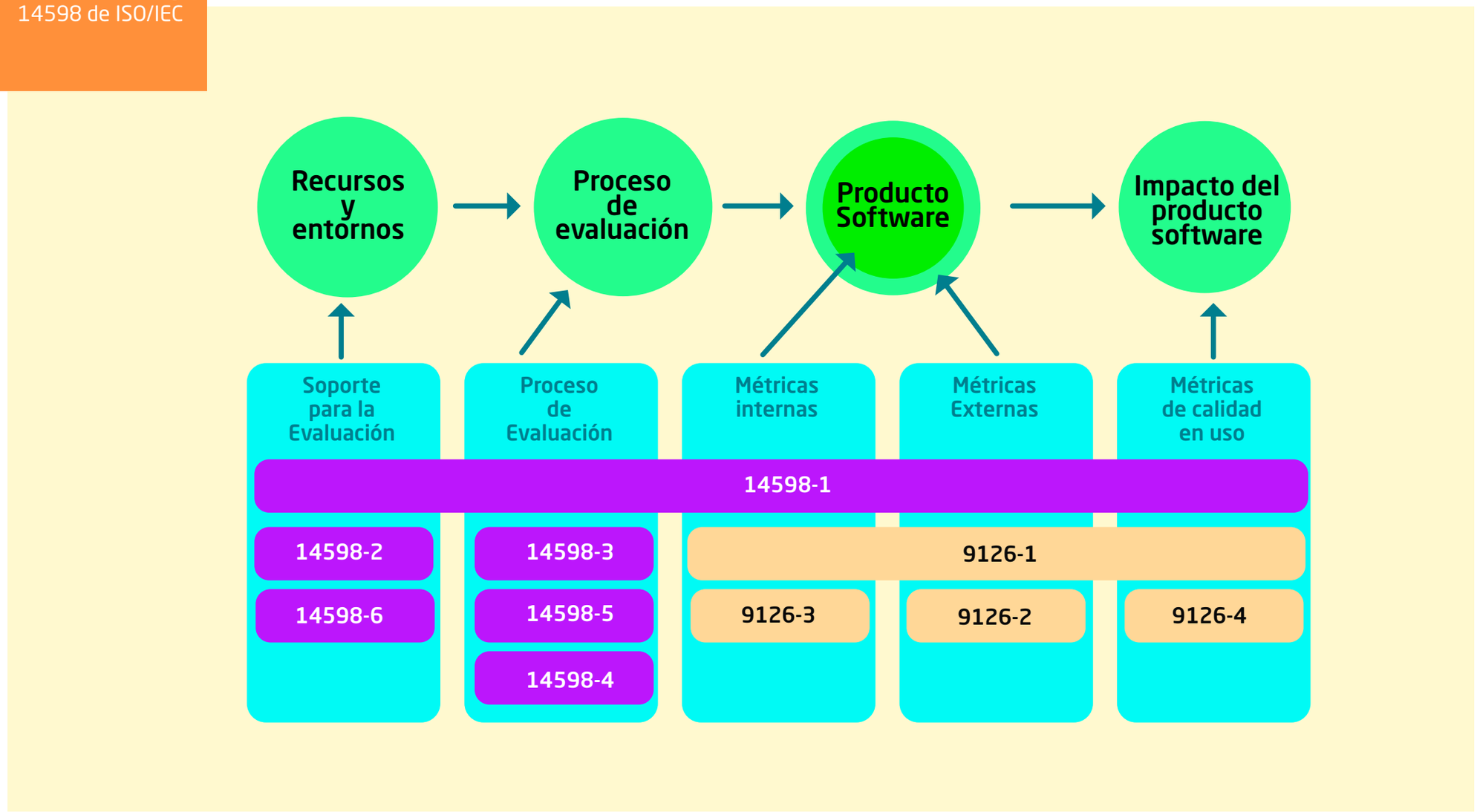
Figura 17. Actividades del Proceso de Evaluación Norma ISO 14598



Nota Fuente: Fuente: Adpatado de García (2003).

Cada una de estas actividades serán descritas en el capítulo 4 cuando se presente a manera de ejemplo, un caso de evaluación de un producto de software para el ámbito educativo. El proceso de evaluación en dicho ejemplo se basa en las normas ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126, las cuales en su última versión se encuentran relacionadas como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Relación entre los Estándares 9126 y 14598 de ISO/IEC



Nota Fuente: Adaptado de Piattini, Moraga, & Calero (2010)

3.3. Estándar ISO/IEC 25000

El estándar más reciente el ISO/IEC 25000 que fue desarrollado en el seno del proyecto SQUARE (*Software Quality Requirements and Evaluation*) tiene como objetivo fundamental guiar el desarrollo de los productos de software con la especificación y evaluación de requisitos de calidad. Se podría decir que las normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 pertenecen a la primera generación de estándares de calidad de productos software, y que la ISO 25000 conforma la segunda generación de estos estándares, los cuales fueron formulados para cubrir algunas necesidades detectadas.

SQUARE es básicamente una revisión de la norma ISO 9126-1 que hereda sus características, pero se centra más del lado del producto software contemplando tres fases principales en su ciclo de vida: producto bajo desarrollo, producto en operación y producto en uso.

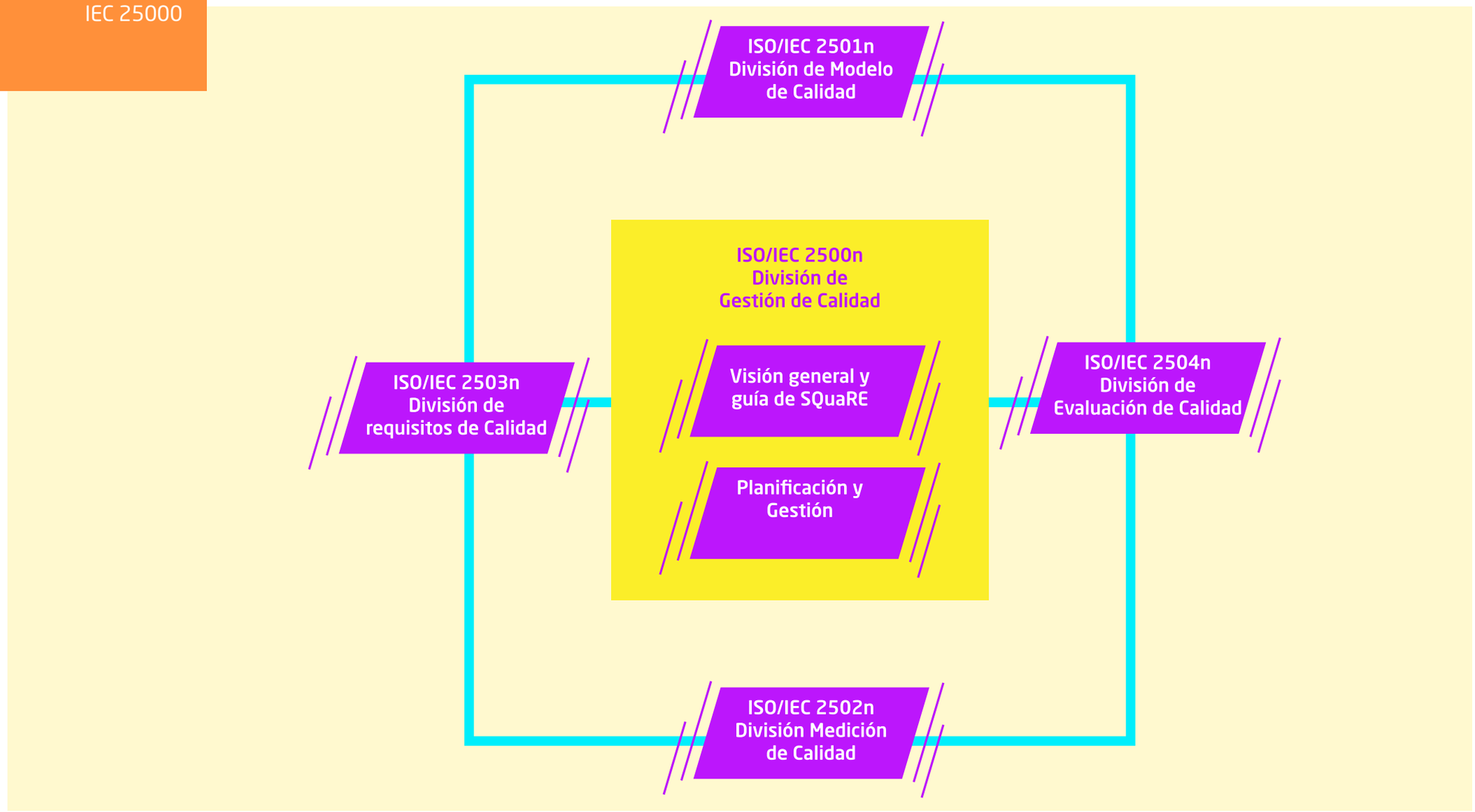
El modelo de calidad **SQUARE** categoriza también la calidad del software en características, las cuales están subdivididas en subcaracterísticas y atributos de calidad. La diferencia entre **SQUARE** e ISO 9126 se encuentra básicamente en algunos cambios realizados en las características y subcaracterísticas de los modelos de calidad interna/externa y de calidad de uso.

La norma ISO 9126, gracias a la gran aceptación que ha tenido, se sigue utilizando actualmente, pero será remplazada lentamente en un futuro por la norma **SQUARE**. Por ejemplo, en España AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) apenas empieza a conceder los primeros certificados de calidad para productos Software que cumplen con la especificación ISO/IEC 25000; las empresas Enxenio, Sicaman y Bitware obtuvieron el pasado 25 de septiembre de 2013 esta certificación para sus productos. AENOR (2013).

3.3.1. Divisiones de la norma.

La norma ISO 25000 está compuesta por 5 divisiones como se muestra en la figura 19.

Figura 19. Divisiones de la norma ISO/IEC 25000



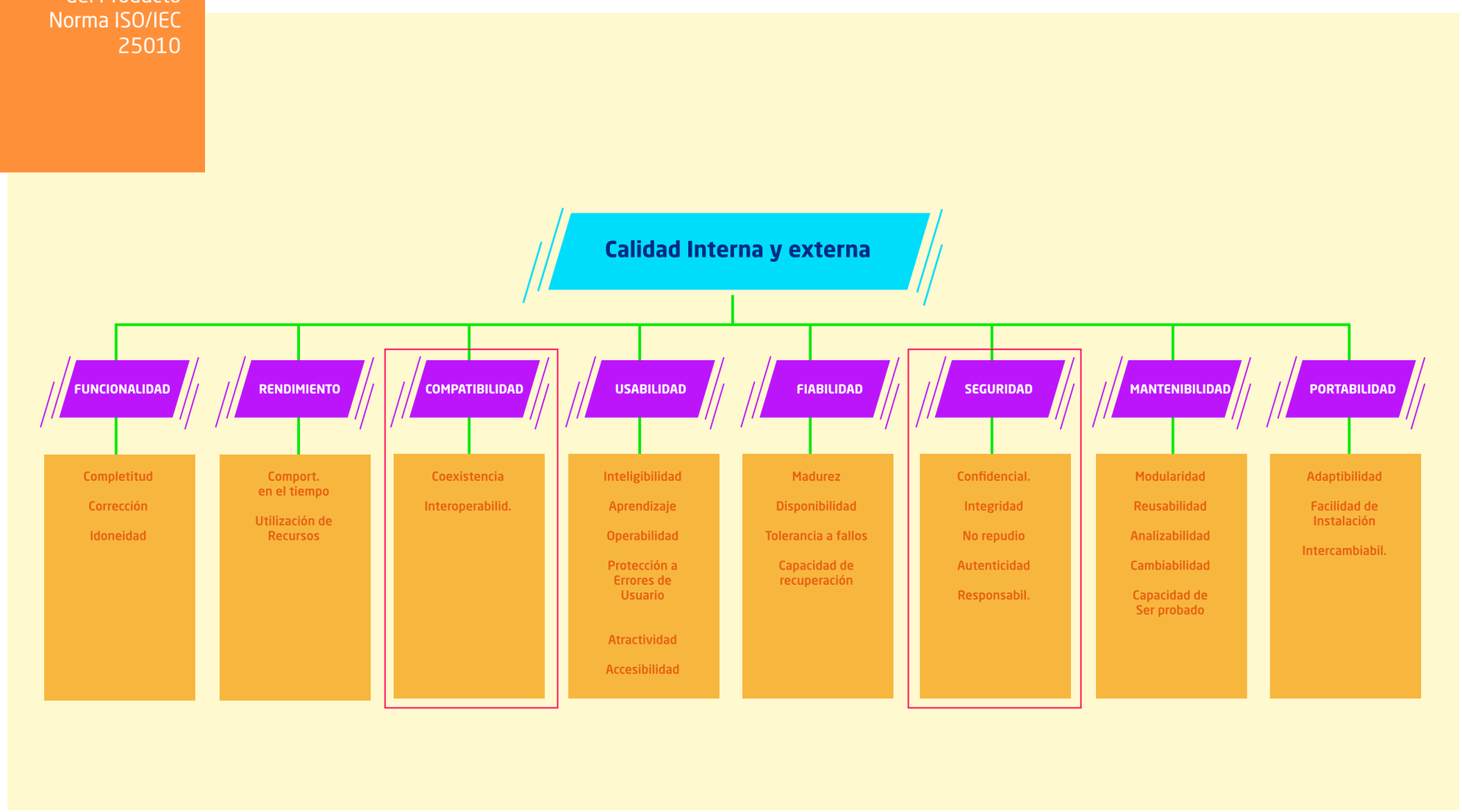
Nota Fuente: Adaptado de Zubrow (2004).

Cubrir las cinco divisiones excede el alcance y objetivos del curso por lo cual solo se presentara la ISO 2501n que trata los modelos de calidad estableciendo las características y subcaracterísticas de calidad frente a las cuales evaluar el producto software. Actualmente esta división se encuentra formada por: la norma ISO/IEC 25010 (Modelos de Calidad del Software), que describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso; y la norma ISO/IEC 25012 (Modelo de calidad de los datos), que define un modelo general para la calidad de los datos, aplicable a aquellos datos que se encuentran almacenados de manera estructurada y forman parte de un sistema de información.

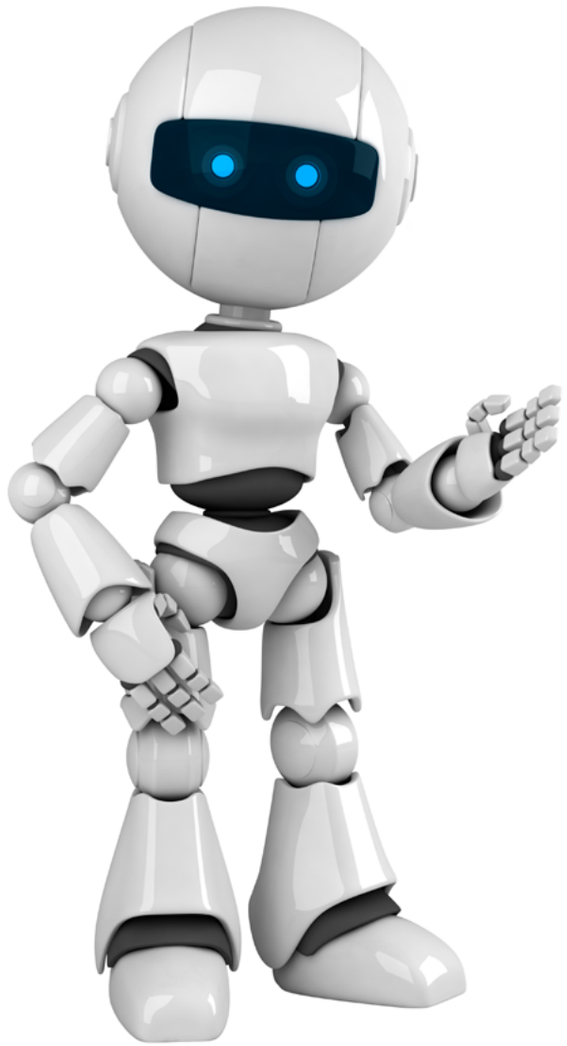
3.3.2. Modelos de calidad de la norma ISO 25000.

La norma ISO/IEC 25010 actualiza y presenta algunas modificaciones al modelo de calidad que ya se presentó para la norma ISO9126-1. En la figura 20 se presenta el nuevo modelo de calidad del producto resaltando las dos nuevas características incorporadas.

Figura 20. Modelo de Calidad del Producto Norma ISO/IEC 25010

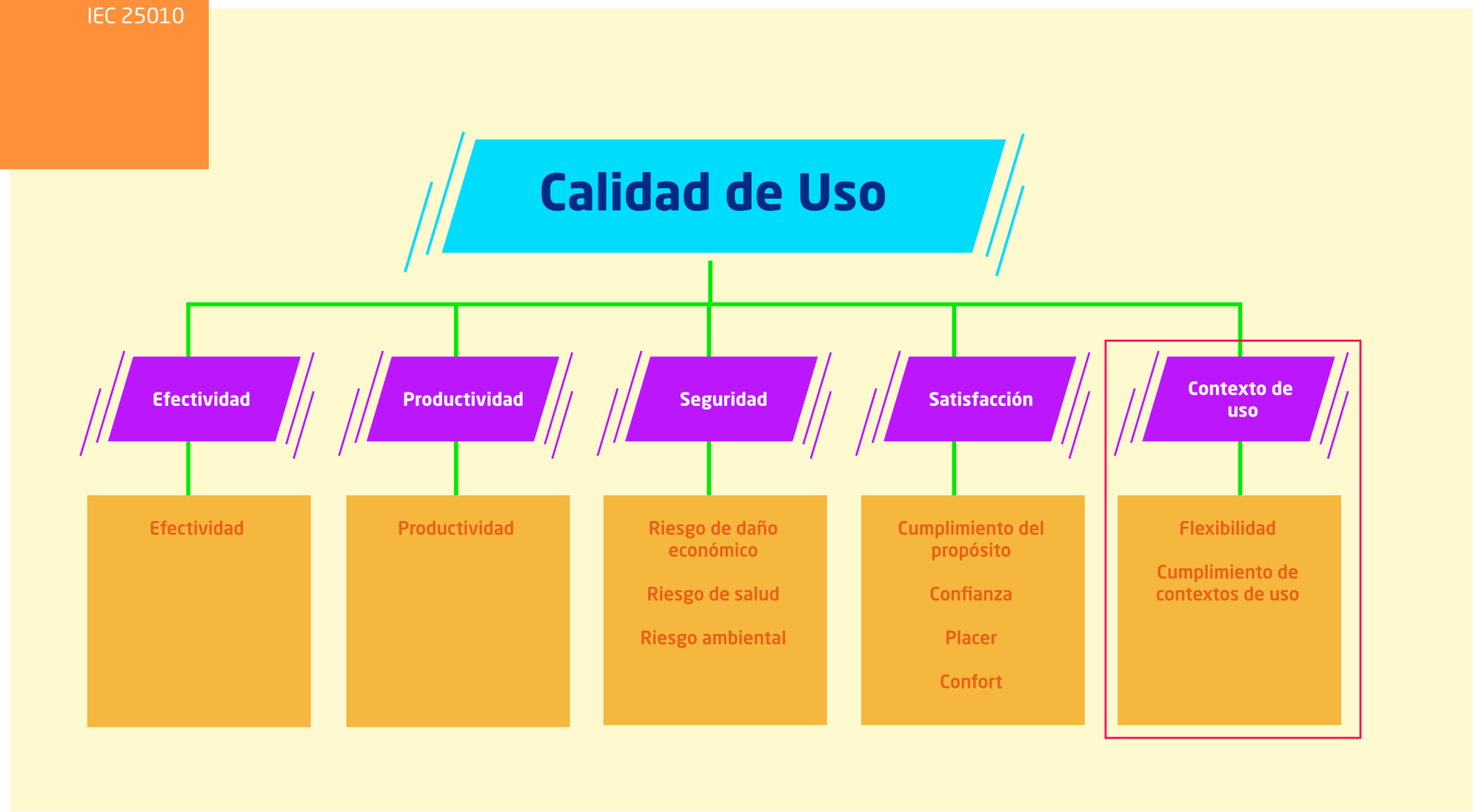


Nota Fuente: Adaptado de ISO/IEC 25010 (2011).



Este nuevo modelo de calidad del producto que se compone de ocho características que cubren las propiedades estáticas y dinámicas del software. Una de las nuevas características, la compatibilidad, hace referencia a la posibilidad de intercambio de información entre sistemas o componentes. La otra característica, seguridad, es incorporada para indicar el grado de disponibilidad y protección de la información o datos frente a accesos no autorizados.

Figura 21. Modelo de Calidad de Uso Norma ISO/IEC 25010



Nota Fuente: Adaptado por ISO/IEC 25010 (2011).

El modelo en uso Figura 21 se compone de 5 características una más que el modelo de la norma ISO 9126. La nueva característica denominada contexto de uso, indica el grado de uso con efectividad, eficiencia, seguridad y con satisfacción en el contexto especificado.

1. Calidad Interna
2. Calidad Externa
3. Calidad en Uso
4. Características
5. Subcaracterísticas
6. Proceso de Evaluación

Suryn, W., & Abran, A. (2003). ISO/IEC SQUARE. The second generation of standards. IASTED, 1-11. Recuperado de: http://profs.etsmtl.ca/wsuryn/research/SQE-Publ/SQuaRE-second%20generation%20of%20standards%20for%20SW%20Quality%20(IASTED03).pdf

ISO/IEC. (2000). International Stadard 9126 Part 1-Quality model. ISO. p (1-25). Recuperado de: http://www.cse.unsw.edu.au/~cs3710/PMmaterials/Resources/9126-1%20Standard.pdf