

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Guía para pymes desarrolladoras de software, basada en la norma ISO/IEC 15504¹

ISO/IEC 15504-Guide for Small and Medium-Sized Enterprises of Software Development

Guide d'après le standard ISO/IEC 15504 pour Petites et Moyennes Entreprises qui développent des logiciels

Andrea Catherine Alarcón Aldana

Ingeniera de Sistemas y Computación
Especialista en Ingeniería del Software
Magíster en Software Libre
Docente Ingeniería de Sistemas y Computación
Investigadora GIS - Grupo de Investigación en Software, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
Correos: acalarcon@gmail.com, andrea.alarconaldana@uptc.edu.co

Juan Sebastián González Sanabria

Ingeniero de Sistemas y Computación
Especialista en Bases de Datos
Investigador GIS - Grupo de Investigación en Software, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
Correo: ing.jsgonzalez@hotmail.com

Sandra Lucía Rodríguez Torres

Ingeniera de Sistemas y Computación
Correo: sandralu7@hotmail.com

Tipo de artículo: Revisión (resultado de investigación)

Recepción: 2011-06-28

Revisión: 2011-08-22

Aprobación: 2011-08-29

¹ El presente es un artículo de revisión orientado a empresas desarrolladoras de software, desarrollado en el Grupo de Investigación en Software – GIS, dicho grupo se encuentra avalado por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Catalogado en COLCIENCIAS en categoría C. El desarrollo se llevó a cabo durante el segundo semestre de 2010 y hasta la fecha se han realizado ajustes hasta obtener el producto a continuación presentado.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Contenido

1. Introducción
2. Antecedentes
3. La norma ISO/IEC 15504
4. Aspectos a tener en cuenta para implementar la norma ISO/IEC 15504
5. Fases de certificación en ISO/IEC 15504
6. El proceso de auditoría para certificación en ISO/IEC 15504
7. Criterios de evaluación estipulados por la ISO/IEC 15504
8. Entidades certificadoras
9. ¿Cuándo aplicar o no la norma ISO/IEC 15504 en una organización?
10. Pautas generales para aplicar la Norma
11. Conclusiones
12. Trabajos Futuros
13. Lista de referencias

Resumen

La presente investigación, mediante un método analítico y sintético, describe la norma ISO/IEC 15504 y algunos aspectos por tener en cuenta para implementarla, así como las fases de certificación de acuerdo con la misma, el proceso de auditoría, los criterios de evaluación, entre otros ítems relevantes. Como resultado, se presenta una guía orientada a las empresas desarrolladoras de software, con el fin de enfocarlas en un marco de trabajo que les permita iniciar y desarrollar un proceso de certificación bajo la norma ISO/IEC 15504.

Palabras clave

Calidad, Calidad de Procesos, Norma ISO/IEC 15504, Procesos de Software.

Abstract

This research, through an analytic and synthetic method, describes the ISO/IEC 15504 standard and some aspects to be considered when implementing it, also the certification stages in accordance with this standard, the audit process, the assessment criteria, among other important items. As a result, we present a guide intended for software development companies, having as purpose focus them towards an operational framework which allows them to start and to develop the certification process based on the ISO/IEC 15504 standard.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Keywords

Quality, Process quality, Software processes, ISO/IEC 15504 standard

Résumé

Cette recherche, en utilisant une méthode analytique et synthétique, décrit le standard ISO/IEC 15504 et quelques aspects pour considérer pendant son implémentation, de même que las phases de certification d’après lui, le processus de audit, les critères d’évaluation, parmi d’autres éléments importants. Comme résultat, on présente une guide dirigée vers les entreprises qui développent des logiciels, avec l’intention de les centrer dans un cadre de travail qui leur permet de commencer et de développer un processus de certification d’après le standard ISO/IEC 15504.

Mots-clés

Qualité, Qualité des processus, Processus des logiciels, Standard ISO/IEC 15504.

1. Introducción

Día a día se habla del concepto calidad en diferentes entornos, ajeno a esto no es la ingeniería de software, donde constantemente se aumenta el interés por desarrollar productos de calidad; esto debido al alto nivel de exigencia por parte de los clientes y al rechazo que éstos tienen sobre productos que no cumplen con los requisitos propuestos o que no presentan una adecuada calidad.

Con base en lo anterior, internacionalmente se han propuesto distintos modelos, normas y estándares de calidad, con el fin de “suministrar los medios para que todos los procesos se realicen de la misma forma y sean una guía para lograr la productividad y la calidad” (Piattini & García, 2003); algunos de estos modelos, normas y estándares de calidad son CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), ISO/IEC 12207, CMM e ISO/IEC 15504.

Para el caso del desarrollo de la presente investigación se profundizará en la norma ISO/IEC 15504, partiendo de la idea de que no se pretende hacer una comparación con otras normas y/o estándares, sino dar a conocer otras opciones de certificación a las diferentes empresas. Dicha norma es propuesta en conjunto por las organizaciones desarrolladoras de estándares con mayor reconocimiento a nivel mundial, la ISO

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

(*International Organization for Standardization*) y la IEC (*International Electrotechnical Commission*), esta norma proporciona un marco de trabajo para la evaluación de procesos y adicionalmente establece los requisitos mínimos necesarios para un desarrollo de software con pautas de calidad.

Debido a que "en los países latinoamericanos la industria de software es incipiente e inmadura" (Mayer & Bunge Informática LTDA, 2004, p. 97) y en ocasiones el desarrollo del software es hecho por pequeñas y medianas empresas (PYME), se dificulta la aplicación de modelos de calidad, y por tanto que las empresas no puedan certificarse para ser competitivas a nivel internacional. En Colombia, adicional al desconocimiento de los modelos, normas y estándares de calidad, se evidencia una falta de recursos económicos y/o tecnológicos ocasionando que se presenten problemas de calidad en el desarrollo del software, y por ende generando un impacto negativo en el mercado internacional; sin embargo "con la desventaja competitiva que tiene la industria del software de Colombia, ésta aumenta progresivamente" (Pino et al, s.f.).

Por lo anterior, el presente documento hace una revisión de la norma, tomando los apartes más significativos de la misma para plantear una guía a las empresas sobre cómo certificarse en la misma, adicionalmente se plantea la necesidad de resaltar a las empresas desarrolladoras de software la importancia de regirse por un estándar internacional, de forma que logren tener una connotación más importante en la industria del software, por esta razón se hace necesario ofrecer una guía sobre el proceso de certificación en la norma ISO/IEC 15504 que facilite esta labor a las pequeñas o medianas empresas.

2. Antecedentes

Para asegurar la calidad de los procesos de desarrollo de software en una empresa, es necesario además de realizar mediciones en cuanto a los productos de software como tal, evaluar los procesos que componen el ciclo de vida de su desarrollo, debido a que se ha demostrado que la mayoría de mediciones se realizan sobre productos, y son escasas las mediciones sobre los procesos, por ende para que dicha evaluación sea satisfactoria es necesario que las empresas mantengan sus procesos gestionados (Gómez et al, s.f.).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

"La gestión de procesos de software identifica cuatro responsabilidades clave que son (I) definir el proceso, (II) medir el proceso, (III) controlar el proceso, y (IV) mejorar el proceso" (Florac, Park & Carleton, 1997), cuando una empresa mantiene sus procesos gestionados, fortalece el nivel de calidad del software que desarrolla. Sin embargo "en muchas ocasiones estas mejoras se miden a través de procesos informales y subjetivos basados en la percepción de los empleados y/o auditores" (Pino et al, 2006), por esta razón la gestión debe ser una operación formal y rigurosa, donde la empresa pueda tener avances y progresos realmente significativos mediante los cuales se pueda determinar el nivel de madurez de la organización con base en la capacidad de los procesos.

Actualmente existen distintos modelos y métodos, como CMM o CMMI y la norma ISO/IEC 12207:2008, que permiten evaluar los niveles de madurez en los procesos, con base en estos modelos y principalmente a la norma ISO/IEC 12207:1995 surge la norma ISO/IEC 15504:2003 que "inicialmente se orientó únicamente a evaluación de procesos software" (Basurto, 2009), pero en la actualidad puede ser aplicada para la evaluación de cualquier tipo de proceso, esta norma se caracteriza por "ser un marco para métodos de evaluación y no un método o modelo en sí" (Rodríguez, Alonso, & Sánchez, 2005). Sin embargo "la implantación en PYMEs de los modelos referentes en la actualidad, CMMI e ISO/IEC 15504, supone una gran inversión en tiempo dinero y recursos" (Garzías, Fernández & Piattini, 2009, a), gracias a dicha implantación las empresas pueden resultar más competitivas, generar mayores utilidades y ser más atractivas a los clientes.

Algunos países latinoamericanos han propuesto modelos basados en CMMI, CMM, ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC15504:2003, para que estos puedan ser aplicados por las PYMEs, inclusive en algunos casos se han llegado a adaptar estos modelos para casos particulares, como México, donde se ha desarrollado el modelo MoProSoft - Modelo de Procesos para la Industria de Software (Oktaba, 2003), y en Brasil donde se está desarrollando el proyecto MPS BR - Mejoría de Proceso del Software Brasileño (Weber et al, 2004).

El modelo MoProSoft, "fue creado a solicitud de la Secretaría de Economía en México, dentro del Programa Nacional para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT)" (Comunidad MoProSoft, s.f.). "Los procesos evaluados abarcan las responsabilidades asociadas a la

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

estructura de una organización que son: la Alta Dirección, Gestión y Operación" (Itera, s.f.). Varias empresas mexicanas han tenido éxito al implementar este modelo dentro del ciclo de vida del desarrollo de software, entre ellas encontramos a *Adam Technologies*, *Alterbase*, Banco de México, Banco, Banco Santander, *BBVA*, *Bancomer* y *Caprosoft*. La Secretaría de Economía también tomó a *MoProSoft* como un modelo a seguir y así dar el ejemplo de ser el iniciador para las empresas pequeñas y medianas (Oktaba, 2007).

MPS BR - Mejora de proceso de Software Brasileño, creado en el año 2003 por la Asociación para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño (SOFTTEX), cuenta con el apoyo de diferentes organizaciones del Brasil. Algunas de las empresas que han tenido éxito con la aplicación de esta adaptación del modelo son *TEKNISA* y *MPS INFORMÁTICA LTDA*.

En el caso de Colombia "el proyecto Sistema Integral para el Mejoramiento de los Procesos de Desarrollo de Software en Colombia, SIMEP-SW1 busca proporcionar a las empresas del sector informático de Colombia las herramientas necesarias para motivarlas a mejorar sus procesos de desarrollo de software" (Pino, s.f.). Además, busca implementar un modelo ligero, como *Light MECPDS*, que principalmente toma la norma *ISO/IEC15504:2003*, basándose en tan solo tres niveles de capacidad (Nivel 0 "Proceso Incompleto", Nivel 1 "Proceso Realizado", Nivel 2 "Proceso Gestionado") y ofreciendo un marco de trabajo para la medición y evaluación de los procesos del ciclo de vida.

Light MECPDS está definido con base a las necesidades de las empresas del área de informática de Colombia, sin embargo, este modelo es útil para cualquier PYME que haga parte de la industria de software, se pretende así, que *Light MECPDS* pueda implementarse en *SITIS*² y otras PYMEs de Colombia.

Otra entidad encargada de apoyar la calidad en la industria de desarrollo de software a nivel PYMEs en Colombia es la Red Colombiana de Calidad de Software, *RCCS*, "que busca fortalecer el sector nacional de desarrollo de software y servicios conexos soportado en estándares de calidad de software y en especificaciones internacionales" (Red Colombiana de Calidad de Software, 2007). El modelo actual en que se basa *RCCS*, para

² *SITIS*: Soluciones Informáticas Integrales.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

la evaluación de procesos de Software es CMMI y está apoyada por diferentes entidades educativas tales como: la Universidad Industrial de Santander, Universidad EAFIT, *ParqueSoft* y *PROCESIX*.

3. La norma ISO/IEC 15504

En 1993 la ISO aprobó un programa de trabajo para el desarrollo de un modelo que fuera la base de un futuro estándar internacional para la evaluación de los procesos del ciclo de vida del software. Este trabajo recibió el nombre de SPICE (*Software Process Improvement and Capability Determination*) y desde su primer borrador publicado en 1995, la ISO invitó a las empresas desarrolladoras de software a aplicarlo. En 1998 tras las primeras evaluaciones, el trabajo pasó a la fase de informe técnico con la denominación ISO/IEC TR 15504. La aparición oficial del estándar se hizo en el año 2003, y a partir de este año se han presentado nuevas versiones con modificaciones y adiciones de partes con el único fin de fortalecer dicho estándar (Palacio, 2006).

La ISO/IEC 15504 presenta la estructura de la figura 1, contempla las partes normativas (1, 2, 7), que se refieren a aquellas donde se definen los requisitos mínimos para realizar una mejora de procesos de desarrollo y para medir el nivel de madurez de la organización en cuanto al desarrollo de software, y por otro lado, las no normativas (3, 4, 5, 6), en donde se dan las guías de interpretación de los requisitos mínimos y en sí sobre la norma.

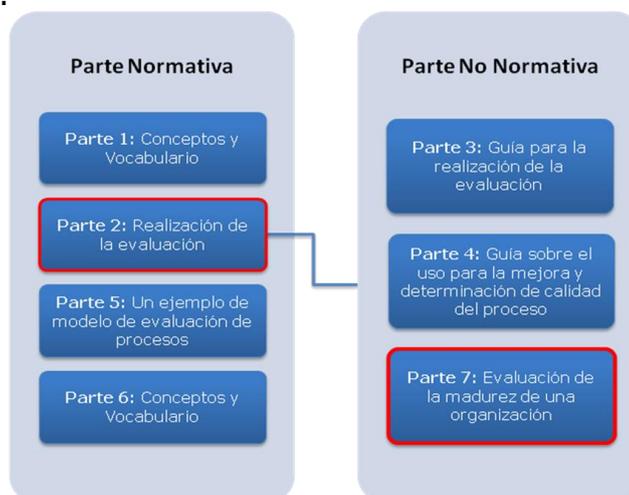


Figura 1. Estructura del estándar ISO/IEC 15504.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Una de las partes en las que se realiza una mayor profundización en la norma es la parte 7, en donde se definen los requisitos mínimos para realizar una evaluación de determinación de la madurez de una organización, en la cual, como se describe en la figura 2, y de acuerdo a lo mencionado por García y Garzás (2008), se manejan seis niveles.

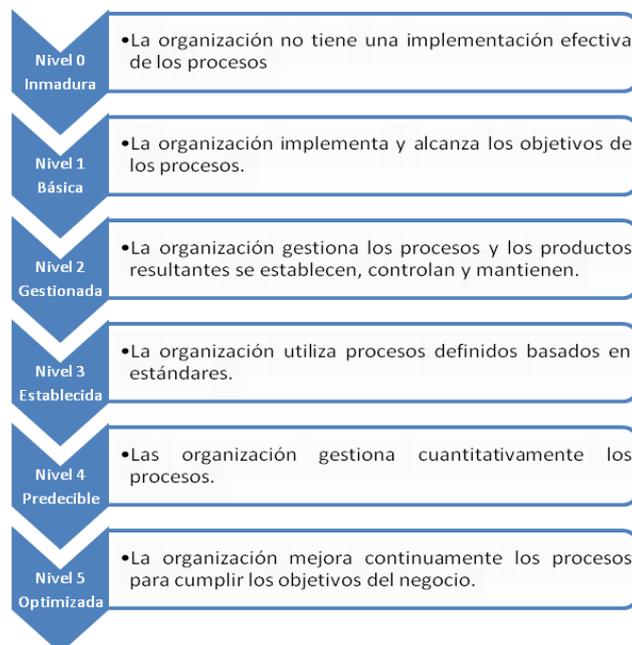


Figura 2. Niveles de madurez de la parte 7 del estándar ISO/IEC 15504.

4. Aspectos a tener en cuenta para implementar la norma ISO/IEC 15504

En los siguientes numerales se realiza una ilustración necesaria, relacionada con la descripción de la guía, explicando de una manera fácil los diferentes puntos a evaluar por ISO al momento de otorgar la certificación.

4.1 El modelo de evaluación según la ISO/IEC 15504

A lo largo de la noma se plantean diferentes aspectos a considerar para obtener la certificación, en la figura 3 se pueden observar los principales componentes del modelo de evaluación tenidos en cuenta.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

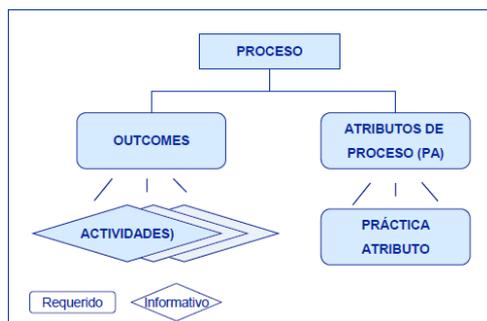


Figura 3. Componentes del modelo de evaluación (Garzás, Fernández & Piattini, 2009).

Los procesos pertenecientes a cada nivel serán evaluados según los atributos del proceso, y los resultados del proceso, conocidos como *outcomes*. En la tabla 1, y de acuerdo a lo estipulado en la norma en su parte 2, se encuentran los atributos que apoyan el desarrollo de cada nivel de capacidad.

Nivel de capacidad	Atributo de Proceso (PA)
Nivel 1: Proceso Realizado	PA 1.1 Realización del proceso
Nivel 2: Proceso Gestionado	PA 2.1 Gestión de la realización PA 2.2 Gestión del producto de trabajo
Nivel 3: Proceso Establecido	PA 3.1 Definición del proceso PA 3.2 Despliegue del proceso
Nivel 4: Proceso Predecible	PA 4.1 Medición del proceso PA 4.2 Control del proceso
Nivel 5: Proceso Optimizado	PA 5.1 Innovación del proceso PA 5.2 Optimización continua

Tabla 1. Niveles de capacidad y atributos del proceso.

Es necesario tener en cuenta que “los atributos de proceso son comunes para todos los procesos y describen las características que deben estar presentes para institucionalizar un proceso” (Garzás, Fernández & Piattini, 2009). Es decir, que aunque parece que los atributos de proceso solo están relacionados con un nivel de capacidad, dichos atributos deben conseguirse y tenerse en cuenta progresivamente para determinar el nivel de capacidad del proceso.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Para evaluar cada atributo de proceso, es necesario evaluar las prácticas atributo (AP), dichas prácticas son actividades importantes que se deben realizar para la consecución del atributo de proceso asociado. A modo de ejemplo la tabla 2, basada en Garzás, Fernández & Piattini (2009), expone las prácticas de atributo perteneciente a los atributos de proceso PA 1.1, PA 2.1 y PA 2.2.

Atributo de Proceso (PA)	Prácticas de Atributo (AP)
PA 1.1 Realización del proceso	AP 1.1.1 Alcanzar las salidas del proceso
PA 2.1 Gestión de la realización	AP 2.1.1 Definir los objetivos del proceso AP 2.1.2 Planificar y controlar el proceso AP 2.1.3 Adaptar la realización del proceso AP 2.1.4 Asignar la responsabilidad y autoridad para el proceso AP 2.1.5 Asignar los recursos y la información para el proceso AP 2.1.6 Gestionar la comunicación entre las partes involucradas
PA 2.2 Gestión de los productos de trabajo	AP 2.2.1 Definir los requisitos para los productos de trabajo AP 2.2.2 Definir los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo AP 2.2.3 Identificar, documentar y controlar los productos de trabajo AP 2.2.4 Revisar y adaptar los productos de trabajo para cumplir los requisitos definidos

Tabla 2. Prácticas de Atributo de cada Atributo de Proceso.

Las partes comunes de los procesos pertenecientes a los niveles de capacidad son los atributos de proceso y las prácticas atributo, sin embargo, cada proceso tiene unas partes específicas que son las conocidas como los resultados del proceso (*outcomes*), los cuales representan la evidencia del alcance de un proceso o un atributo de proceso.

Es necesario subrayar que las actividades y *outcomes* de cada proceso están definidos en el modelo de procesos en el cual se basa la norma, es decir, en la norma ISO/IEC 12207, mientras que los atributos de proceso y las prácticas atributo se describen propiamente en la norma ISO/IEC 15504 en las partes 2 y 5, respectivamente (Garzás, Fernández & Piattini, 2009).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

4.2 Descripción de los niveles de madurez de la organización según la norma ISO/IEC 15504

ISO/IEC 15504 propone seis niveles de madurez a los cuales puede aspirar una organización según la calidad y el manejo de los procesos de desarrollo de software:

4.2.1 Nivel de madurez 0: Organización Inmadura

Nivel en el que no se implementan procesos para el desarrollo de software. Por consiguiente no se alcanzan los propósitos de la organización, ni se identifican productos o salidas de proceso. Por consiguiente no hay atributos a evaluar en este nivel.

4.2.2 Nivel de madurez 1: Organización Básica

Según la información presentada en el portal de la norma en español, en su aparte de niveles de madurez, "en el nivel 1 la organización simplemente implementa y alcanza de manera básica los resultados del proceso", y al alcanzar los resultados propuestos es posible identificar satisfactoriamente las salidas (resultados) del proceso evaluado, teniendo en cuenta los procesos básicos descritos en la tabla 3.

No.	Nombre del Proceso	Objetivo	Resultados del Proceso
1	Suministro (SUM)	Proporcionar al cliente un producto o servicio que cumpla con los requisitos acordados.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación del cliente. - Respuesta a solicitud del cliente. - Acuerdo entre cliente y proveedor, en cuanto al desarrollo, mantenimiento, explotación, entrega e implantación. - Desarrollo del producto. - Entrega de producto. - Implantación del producto.
2	Definición de los Requisitos de Usuario (RQU)	Definir los requisitos del sistema para proporcionar los servicios necesarios a usuarios y otros afectados en un entorno definido.	<ul style="list-style-type: none"> -Especificar características y contexto de los servicios. -Definir restricciones del sistema. -Definir requisitos. -Validación de conformidad a los servicios. -Base para negociar y acordar la entrega del producto.
3	Análisis de los Requisitos del Sistema (RQSYS)	Transformar los requisitos de los <i>stakeholders</i> en un conjunto deseado de requisitos técnicos del sistema que guiarán el diseño del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> -Definir requisitos funcionales y no funcionales. -Aplicar técnicas para solución del proyecto. -Comprobar precisión de requisitos. -Establecer costos, calendario e impacto de los requisitos del sistema en el

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

			entorno de explotación. -Priorizar y aprobar los requisitos del sistema. -Establecer la trazabilidad entre los requisitos del sistema y los requisitos del cliente.
--	--	--	---

Tabla 3. Procesos evaluados en el nivel 1.

4.2.3 Nivel de madurez 2: Organización Gestionada

Este nivel adopta los mismos procesos del nivel de madurez 1, con la diferencia que "en el nivel 2 la organización además de implementar los objetivos de los procesos, demuestra una planificación, seguimiento y control tanto de los procesos como de sus productos de trabajo asociados" (Mayer & Bunge Informática LTDA, 2004, p. 97), los procesos que se tienen en cuenta son descritos en la tabla 4.

No.	Nombre del Proceso	Objetivo	Resultados del Proceso
1	Gestión del Modelo del Ciclo de Vida (MCV)	Definir, mantener y asegurar la disponibilidad de políticas, procesos y modelos del ciclo de vida, para que sean utilizados por la organización.	-Establecer políticas y procedimientos para la gestión y el despliegue de modelos y procesos del ciclo de vida. -Definir autoridad y responsabilidades para la gestión del ciclo de vida. -Definir, mantener e implementar mejoras en los procesos, modelos y procedimientos del ciclo de vida.
2	Planificación del Proyecto (PP)	Elaborar y comunicar los planes de proyecto, de forma efectiva y viable.	-Definir el alcance del proyecto. -Evaluar la viabilidad del proyecto (objetivos, recursos y restricciones). -Estimar recursos, tamaño y esfuerzo de las tareas. -Identificar relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización. -Definir plan de ejecución del proyecto. -Puesta en marcha de los planes.
3	Evaluación y Control del Proyecto (ECP)	Determinar el estado del proyecto y	-Control e informes sobre proceso

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

		asegurar que se realiza de acuerdo con los planes y el calendario establecido, presupuestos planificados y satisfaciendo los objetivos técnicos.	del proyecto. -Control de la relación entre los elementos del proyecto, con otros proyectos y con unidades de la organización. -Tomar acciones para corregir las desviaciones de los planes y prevenir problemas. -Alcanzar y registrar los objetivos del proyecto.
4	Gestión de la Configuración del Software (GCS)	Establecer y mantener la integridad de los elementos que forman el producto software de un proceso o proyecto y ponerlos a disposición de las partes interesadas.	-Establecer una estrategia de gestión de configuración. -Definir los productos generados por los procesos y el proyecto. -Control de modificaciones y versiones. -Registrar e informar el estado de los elementos y modificaciones. -Asegurar la integridad y consistencia de los elementos. -Controlar el almacenamiento, tratamiento y entrega de los productos.
5	Gestión de la Configuración (GC)	Establecer y mantener la integridad de todos los productos de trabajo identificados de un proyecto o proceso y ponerlos a disposición de las partes interesadas.	-Definir elementos para la gestión de la configuración. -Gestionar cambios en los elementos, si es necesario. -Controlar la configuración de los entregables. -El estado de los elementos que están bajo gestión de la configuración debe estar disponible durante todo el ciclo de vida.
6	Medición (MED)	Recoger, analizar e informar sobre los datos relativos a los productos desarrollados y procesos implementados dentro de la unidad organizacional, para apoyar una gestión efectiva de los procesos y demostrar objetivamente la calidad de los productos.	-Identificar las necesidades a evaluar de los procesos. -Desarrollar un conjunto de medidas a partir de dichas necesidades. -Se planifican actividades de medición. -Los datos requeridos se recogen, almacenan, analizan y los resultados se interpretan. -Los resultados facilitan la toma de decisiones. -Se evalúa el proceso de medición y las medidas tomadas.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

			-Las mejoras se comunican al responsable del proceso de medición.
7	Aseguramiento de la Calidad Software (ACS)	Asegurar que los productos de trabajo y los procesos cumplen con las disposiciones y planes predefinidos.	<ul style="list-style-type: none"> -Definir estrategia para asegurar la calidad. -Producir y mantener evidencias para aseguramiento de la calidad. -Identificar y registrar problemas con los requisitos. -Verificar que los productos, procesos y actividades cumplen con estándares, procedimientos y requisitos.

Tabla 4. Procesos evaluados en el nivel 2.

4.2.4 Nivel de madurez 3: Organización Establecida

"En este nivel de madurez los procesos se estandarizan para toda la organización" (Mayer & Bunge Informática LTDA, 2004, p. 97). Para alcanzar este nivel de madurez es necesario implementar los procesos y requisitos exigidos en los dos niveles anteriores. Adicionalmente, "este nivel se compone de 11 procesos, todos ellos pertenecientes al modelo de procesos de referencia para la industria del software, ISO 12207:2008" (Mayer & Bunge Informática LTDA, 2004, p. 97), los procesos a evaluar en este nivel se presentan en la tabla 5.

Nombre del proceso
Análisis de requisitos del software
Diseño de la arquitectura del software
Diseño de la arquitectura del sistema
Gestión de infraestructuras
Gestión de recursos humanos
Gestión de riesgos
Gestión de la decisión
Integración del software
Integración del sistema
Verificación del software
Validación del software

Tabla 5. Procesos evaluados en el nivel 3.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

4.2.5 Nivel de madurez 4: Organización Predecible

El nivel de madurez 4, requiere del cumplimiento de los procesos de los anteriores niveles para poder ser alcanzado. En el nivel 4 la organización gestiona cuantitativamente los procesos, es decir, se mide y se analiza el tiempo de su realización. "La principal diferencia con el nivel 3 es que ahora el proceso se lleva a término de manera consistente dentro de unos límites predefinidos" (Itera, s.f.).

4.2.6 Nivel de madurez 5: Organización Optimizada

El nivel 5 corresponde a la adaptación de todos los procesos trabajados en los primeros cuatro niveles, pero busca que éstos tengan una mejora continua de tal manera que contribuyan al alcance de los objetivos de negocio de la empresa. "Se lleva a cabo una monitorización continua de los procesos y se analizan los datos obtenidos. Esto permite que los procesos estándar definidos dentro de la organización cambien dinámicamente, para adaptarse de forma efectiva a los actuales y futuros objetivos de la empresa" (Itera, s.f.), algo que es una diferencia significativa con el nivel 4 ya que éste no tiene tan presentes las necesidades de la organización.

5. Fases de certificación en ISO/IEC 15504

Las fases de certificación descritas a continuación no hacen parte de la guía, estas se refieren a los pasos posteriores que debe seguir la empresa luego de la aplicación de la norma en la organización. Cabe aclarar que estas fases son manejadas directamente con ISO o con las empresas autorizadas en esta certificación.

Se incluyen 5 fases básicas que contribuyen, apoyan y guían el proceso de certificación en la norma ISO/IEC 15504, a las PYMEs y los pequeños equipos de desarrollo de software, adaptándose al tamaño y tipo de negocio. Estas fases que se pueden ver en la figura 4.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.



Figura 4. Fases de certificación en ISO/IEC 15504 (Garzás, Fernández & Piattini, 2009).

5.1 Fase de lanzamiento del proyecto

Esta fase incluye la toma de decisión por parte de la empresa para comenzar su proceso de certificación, una organización de cualquier país puede contactarse con la ISO al correo electrónico soporte@iso15504.es para recibir la asesoría oportuna. La documentación total de la norma ISO/IEC 15504 es suministrada directamente por la ISO, ésta se encuentra disponible en inglés y tiene un valor estimado de \$94.600 pesos colombianos (44 US\$) para el año 2010.

5.2 Fase diagnóstico previo y definición de los planes de mejora

En esta fase se realiza una auditoría inicial en la empresa, que se estima tenga una duración aproximada de 4 días, con el fin de conocer cómo son manejados los procesos de desarrollo de software en la empresa y estipular un plan de cambios y mejoras para que los procesos cumplan con los estándares definidos en la norma, para esto la organización puede apoyarse en guías, cursos y asesorías de formación que tendrán una duración aproximada de 2 días. En las guías se pueden encontrar “actividades recomendadas, técnicas, plantillas, modelos y métodos” (Calvo et al, 2009).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

5.3. Fase de definición de la solución

Esta fase comienza con la aplicación e implantación del plan de mejora surgido en la fase anterior.

5.4. Fase de implantación de los procesos de calidad internos

Se realiza un seguimiento al plan de mejora, de mínimo 16 días, para revisar que se esté cumpliendo a cabalidad. En caso de no ser así se deben realizar algunos ajustes por medio de la realización de auditorías que evalúen los procesos internos de desarrollo.

5.5. Fase de proceso de certificación

Incluye la realización de la auditoría final, que se llevará a cabo en 6 días y que otorgará la certificación a la empresa, teniendo en cuenta los resultados obtenidos. Dichos resultados serán registrados por el organismo certificador que haya elegido la empresa para el proceso de certificación.

6. El proceso de auditoría para certificación en ISO/IEC 15504

Para realizar tanto las auditorías internas como la auditoría final, debe haber evidencia objetiva extraída de la salida de los procesos que se tienen en cuenta para el desarrollo del software. Si es la auditoría final, se deben tener en cuenta salidas para cada uno de los resultados del proceso y de las prácticas atributo, que son los resultados arrojados por los atributos de proceso. Los componentes definidos para una evidencia objetiva son: un documento de descripción del proceso, un artefacto directo (en el cual debe mostrarse una evidencia de los resultados de la aplicación realizada), un artefacto indirecto (puede ser desde un acta de una reunión en la que se trató el proceso, hasta una afirmación oral por parte de las personas que conforman el equipo de trabajo (Garzías, Fernández & Piattini, 2009).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

La organización para poder realizar la auditoría debe tener en cuenta las evidencias generadas como salida en cada uno de los procesos, identificar con anterioridad unos "proyectos muestra" y formar un equipo auditor propio de la empresa. Los "proyectos muestra" hacen referencia a la selección de cuatro proyectos, por parte de la empresa que se desea certificar, que evidencien los procesos del nivel de madurez al cual se está aspirando (Piattini & García, 2003).

Por su parte, el equipo de auditores "deberá estar compuesto como mínimo por 4 personas: 1 auditor jefe, un auditor y 2 auditores internos" (Garzás, Fernández & Piattini, 2009). Los dos auditores internos serán escogidos libremente por la propia organización, el resto del equipo auditor será enviado por el organismo certificador al que se haya acogido la compañía.

El equipo de auditores por su parte se apoyará en una guía de evaluación **TR29110-3**, esta guía se encargará de informar a los auditores el "proceso que han de seguir para realizar una evaluación que determine las capacidades de proceso y madurez organizativa" (Calvo et al, 2009).

7. Criterios de evaluación estipulados por la ISO 15504

En el desarrollo de la auditoría descrita anteriormente, los auditores que emitirán su concepto sobre la certificación, soportan el proceso según la calificación de los atributos de proceso, la cual depende del resultado obtenido en las prácticas atributo asociadas y *outcomes* (Garzás, Fernández & Piattini, 2009). Los criterios de evaluación que tienen en cuenta los auditores son los siguientes (Pino et al, s.f.):

7.1. CI (Completamente Implementado)

"Entre 86% y 100 %. Hay evidencias de una completa y sistemática aproximación, y logro total, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado".

7.2. AI (Ampliamente Implementado)

"Entre 51% y 85%. Hay evidencias de una aproximación sistemática, y logro significativo, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado".

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Sin embargo, pueden presentarse inconsistencias en algunas áreas de trabajo.

7.3. PI (Parcialmente Implementado)

"Entre 16% y 50%. Hay evidencia de alguna aproximación, y algún logro, al cumplimiento del atributo en el proceso evaluado", pero algunos aspectos del proceso no se han implementado completamente.

7.4. NI (No implementado)

"Entre 0% y 15%. Hay muy poco o incluso ninguna evidencia de cumplimiento del atributo definido en el proceso evaluado". Cuando el equipo de auditores ha calificado los atributos de proceso, pueden determinar el nivel de capacidad de cada proceso. "Para alcanzar un nivel de capacidad, los atributos de proceso inferiores deben ser calificados CI, y los atributos de proceso del nivel de capacidad deben ser calificados AI o CI" (Garzás, Fernández, & Piattini, 2009) véase la figura 5.

NIVEL DE CAPACIDAD	ATRIBUTO DE PROCESO	CALIFICACIÓN
Nivel 1	PA 1.1 Realización del proceso	L ó F
Nivel 2	PA 1.1 Realización del proceso	F
	PA 2.1 Gestión de la realización	L ó F
	PA 2.2 Gestión de los productos de trabajo	L ó F
Nivel 3	PA 1.1 Realización del proceso	F
	PA 2.1 Gestión de la realización	F
	PA 2.2 Gestión de los productos de trabajo	F
	PA 3.1 Definición del proceso	L ó F
	PA 3.2 Despliegue del proceso	L ó F

Figura 5. Criterios de evaluación (Garzás, Fernández & Piattini, 2009).

Por último, el nivel de madurez, que evalúa a la organización tomará en cuenta la calificación de los niveles de capacidad obtenidos para el conjunto de procesos evaluados pertenecientes a dicho nivel, según las

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

reglas de derivación planteadas en (Garzías, Fernández & Piattini, 2009) y las cuales se observan en tabla 6.

Nivel de madurez	Descripción
Nivel de madurez 0	La organización no tiene una implementación efectiva de los procesos.
Nivel de madurez 1	Los procesos objeto de evaluación alcanzan el nivel de capacidad 1, es decir, existen productos resultantes para los mismos y el proceso se puede identificar.
Nivel de madurez 2	Los procesos del nivel de madurez 2 tienen nivel de capacidad 2 o superior.
Nivel de madurez 3	Los procesos de los niveles de madurez 2 y 3 tienen nivel de capacidad 3 o superior.
Nivel de madurez 4	Uno o más procesos tienen nivel de capacidad 3 o superior.
Nivel de madurez 5	Uno o más procesos tienen nivel de capacidad 5.

Tabla 6. Reglas de derivación.

Vale la pena aclarar que la norma "ISO/IEC 15504 obliga a evaluar empezando desde el Nivel 1 y, en caso de que sean alcanzados ampliamente (AI) o Completamente (CI) los atributos de los procesos asociados a un cierto nivel, permite evaluar un nivel superior". (Pichaco, s.f.). Al realizar dichos procesos de medición, la organización podrá comprender los puntos fuertes y débiles que ocurren durante el desarrollo y el mantenimiento del software, generando un mayor control a lo largo del ciclo de vida de desarrollo, y dando alternativas para que aquellas falencias que se encuentren puedan ser corregidas y por consiguiente haya una mejora en los procesos y productos de la organización.

8. Entidades certificadoras

Después de aplicar la norma es necesario que la empresa se certifique bajo la ISO o una de las empresas autorizadas, a nivel internacional son varias las organizaciones que certifican en ISO/IEC 15504, pero es conveniente destacar la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), entidad dedicada al desarrollo de la normalización y la certificación en todos los sectores industriales y de servicios, dicho ente fue creado con el fin de ayudar a la mejora de la calidad de las organizaciones (TIC), estableciendo marcos adecuados para mejorar la productividad, calidad y seguridad de acuerdo con normas ISO. Debido a

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

sus grandes experiencias en el sector de la certificación cuenta con cobertura a nivel internacional.

Para el caso de Colombia, entre las organizaciones encargadas de realizar las certificaciones ISO, se encuentran:

- El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), reconocido como el máximo ente de certificación en Colombia.
- *Société Générale de Surveillance* (SGS) Colombia, compañía internacional acreditada en el mundo por ISO para certificar procesos y normas. Entre las normas que pueden certificarse con SGS en Colombia se encuentran la certificación de Sistemas y Servicios, Consumo e Industria.
- *Bureau Veritas Quality International*, esta empresa es considerada una de las mayores y más importantes organizaciones de certificación en el mundo, la cual está presente en más de 44 países en los 5 continentes. En Colombia esta entidad de orden internacional se encuentra en la ciudad de Bogotá.
- *International Certification and Training* (IC&T) S.A9. es un organismo de certificación con la competencia y confiabilidad para facilitar el desarrollo, control e incremento de la calidad de empresas nacionales e internacionales.
- *Procesix* Inc. tiene como misión proporcionar servicios de consultoría de primera clase a la industria del software de habla hispana, para ayudarla al aumento de su competitividad mediante el mejoramiento de sus procesos de desarrollo de software.
- ITERA, es una empresa que trabaja en la mejora de procesos en las áreas de IT, se centra en el uso de marcos de referencia como son: ISO, CMMI, PSP (*Personal Software Process*), CoBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) entre otros. Tiene presencia en varios países de Latinoamérica entre los que se incluye Colombia.

9. ¿Cuándo aplicar o no la norma ISO/IEC 15504 en una organización?

Existen numerosas razones para aplicar la norma ISO/IEC 15504, ya sea por contar con una mayor integración con otras normas relacionadas a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como la ISO

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

9000 de calidad, la ISO 20000 correspondiente a la gestión de servicios en tecnologías de la información, entre otras; o por su bajo costo de certificación con respecto a otras normas y/o modelos relacionados.

Adicionalmente la ISO/IEC 15504, es una norma de carácter abierto, desarrollada por una de las entidades con gran reconocimiento mundial en cuanto a regulación y definición de estándares, otorga a la empresa que se certifique un mayor índice de competitividad internacional con otras empresas del área.

Según AENOR Internacional la norma presenta una de las evaluaciones más completas entre los modelos afines; ésta también incorpora sobresalientes ventajas en lo correspondiente a los procesos de desarrollo de software, hace uso de algunas de las prácticas definidas en la norma ISO/IEC 12207, en la que se define un proceso de ciclo de vida para el software incluyendo desde la definición de requisitos hasta la implantación y uso.

La ISO como principal organismo expositor y creador de la norma, en colaboración con diferentes entes certificadores a nivel global, tiene como meta que la ISO/IEC 15504 esté en constante desarrollo y cada vez sea más sencillo de aplicar y menos costoso para las organizaciones.

Adicionalmente existen motivaciones particulares de las organizaciones para tener en cuenta un modelo y/o norma de calidad de procesos, según el "Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo del software en España" desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnologías de Comunicación de dicho país. En la figura 6 se puede observar que las principales motivaciones de las organizaciones para tener en cuenta un modelo de mejora de procesos son: la necesidad de una mejora a nivel de gestión interna (asignación de tareas, desarrollo de procesos, definición de etapas, entre otros) y la obligación de satisfacer en un mayor índice al cliente.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

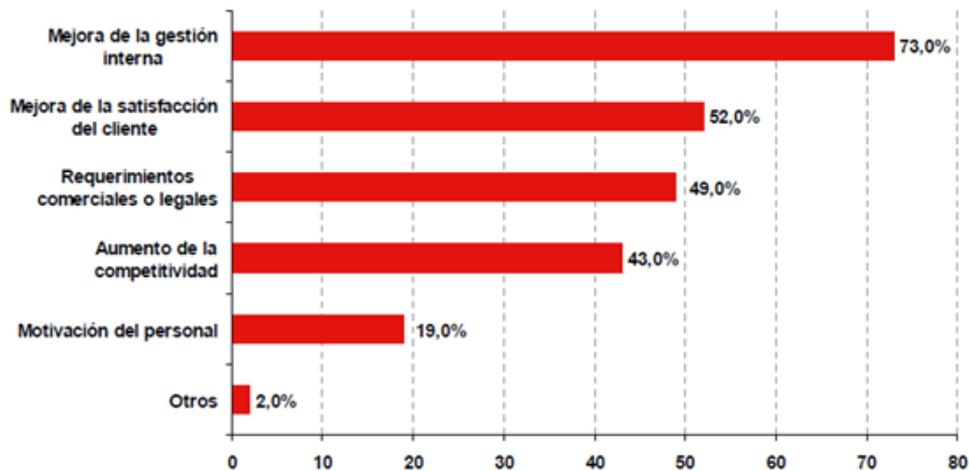


Figura 6. Motivación para aplicar un modelo de mejora de procesos (INTECO, 2008).

Debido a la estructura de la norma, que en algunos casos tiende a tornarse compleja, se considera inapropiado aplicar dicha certificación en organizaciones con menos de veinte (20) personas, ya que podría ser improductivo, debido a factores como:

- La gran cantidad de documentación solicitada respecto al proceso de desarrollo de software, a la organización y a los aspectos relacionados a éstas.
- Los recursos (financieros, disponibilidad, personal, entre otros) limitados.
- Altos costos de entrenamiento del personal, o la necesidad de contratación de personal con experiencia en calidad.

Para profundizar un poco en lo referente a los posibles gastos de inversión en el proceso de certificación, y con base en (INTECO, 2008), ISO contempla un costo estimado de treinta mil euros (30.000€, aproximadamente 73'500.000.00 pesos colombianos) a 2010 para gastos externos del proceso de certificación – donde se incluye el diagnóstico inicial, plan de mejora, soporte durante la implantación, formación y auditoría – y auxiliariamente gastos internos, como son:

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

- Adquisición de herramientas para soportar el modelo.
- Horas de trabajo del personal de la organización para apoyo al proceso de certificación, generalmente unas 1000 a 2000 horas durante un lapso de 12 hasta los 18 meses.
- Cursos de formación del personal.
- Costos de reorganización interna y posibles nuevas incorporaciones especializadas en calidad a la plantilla.

10. Pautas generales para aplicar la norma

Después de conocer las generalidades de la Norma ISO/IEC 15504 descritas en los apartados anteriores de este documento, es necesario seguir las indicaciones presentadas a continuación, para optar a la certificación para la empresa.

- Evaluar si la empresa cuenta con los recursos y condiciones planteadas en el numeral 9.
- Realizar una evaluación inicial de los procesos internos que permita determinar que la organización cuente con los atributos de proceso necesarios para certificarse en uno de los niveles de madurez, descritos en el numeral 4.2.
- Con base en esta evaluación, desarrollar un plan a seguir para realizar las correcciones de las fallas que se presentaron; en este paso es conveniente invertir un tiempo prudente (de 6 a 18 meses).
- Acudir a una de las entidades certificadoras, como por ejemplo las mencionadas en el numeral 8, para solicitar el inicio del proceso de certificación.
- Una vez otorgado el nivel de madurez de acuerdo a las condiciones en las que la empresa se encuentre, es necesario contemplar las fases posteriores a la certificación, descritas en el numeral 5 de este documento.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

11. Conclusiones

Existen muchas ventajas y beneficios para que las pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software puedan optar por la certificación en la norma ISO/IEC 15504, al ser ésta una forma de certificación más económica y capaz de adaptarse a las necesidades y a la estructura de trabajo definido por la empresa para el ciclo de vida de desarrollo de software.

Es necesario hacer notar a las empresas interesadas en el proceso de certificación en calidad de software las ventajas que esto representa, principalmente la de mejora de los procesos de la organización, lo cual por ende genera mayor productividad y satisfacción por parte de los clientes en el producto final. Lo anterior ayudaría a la organización a ser más competitiva y tener más acogida en la región.

En algunos países latinoamericanos, como México, Brasil, entre otros, se ha adaptado la norma ISO/IEC 15504 para aplicarla al proceso de desarrollo de software y de certificación de las empresas, obteniendo grandes beneficios competitivos y haciendo que las mismas logren entrar en el mercado de la industria de software mundial. Sin embargo, el proceso de certificación de una Pyme desarrolladora de software, implica un gran compromiso por parte de sus integrantes, ya que es una labor ardua y de equipo, que requiere una inversión económica y de tiempo, lo cual llevará a que los procesos de la organización se realicen de una forma más eficiente y organizada, ocasionando que tanto la organización como el cliente tengan una mayor satisfacción y reconocimiento del producto final.

No en todos los casos es conveniente aplicar la norma, debido a que en organizaciones que tengan un equipo de trabajo inferior a 20 personas, por cuestión de costos y disponibilidad de recursos humanos la certificación se convertiría en un trabajo complejo de realizar.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

12. Trabajos futuros

Los resultados de la presente investigación se han enfocado en apartes específicos, como el desarrollo de la guía, teniéndose en cuenta la realización de trabajos futuros como el proceso de puesta en práctica de la guía en las empresas, realizando los correspondientes estudios; así mismo, se propone la ejecución de un estudio a nivel nacional que permita evaluar aspectos como las motivaciones, ventajas, resultados, entre otros de las organizaciones que se han acogido a un modelo y/o norma de calidad y las que no, con el fin de generar competitividad en el área a nivel internacional.

13. Lista de referencias

- Basurto, C. (2009). *Implementación y evaluación de la NTP ISO/IEC 12207, in Evaluación de procesos con ISO/IEC 15504.*
- Calvo, J., Garzás, J., Pino, F., Salillas, J., Sánchez, L. & Piattini, M. (2009). Perfiles del ciclo de vida del software para pequeñas empresas: los informes técnicos ISO/IEC 29110. *REICIS - Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software* 4(2), 96-108. Recuperado de: <http://www.ati.es/IMG/pdf/CalvoGarzasVol4Num2.pdf>
- Comunidad MoProSoft. (s.f.). MoProSoft [Online]. Recuperado de: <http://www.comunidadmoprosoft.org.mx>
- Florac, W., Park, R. & Carleton, A. (1997). *Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement.* USA: Software Engineering Institute. pp. 1-12.
- García, M. & Garzás, J. (2008). La certificación por niveles de madurez de ISO/IEC 15504. Recuperado de: http://www.kybeleconsulting.com/downloads/MCGarcia_CertificacionNivelesMadurez_ISO15504.pdf
- Garzás, J., Fernández, C., & Piattini, M. (2009). Una aplicación de ISO/IEC 15504 para la evaluación por niveles de madurez PYMEs y pequeños equipos de desarrollo. *REICIS - Revista Española de Innovación, Calidad e*

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Ingeniería del Software 5(2), 88-98. Recuperado de:
<http://www.ati.es/IMG/pdf/GarzasVol5Num2.pdf>

Garzás, J., Fernández, C., & Piattini, M. (2009). *Una aplicación de la norma ISO/IEC 15504 para PYMEs y pequeños equipos de desarrollo*. II Conferencia Iberoamericana de Calidad del Software, Alcalá de Henares.

Gómez, O., Oktaba, H., García, F. & Piattini, M. (s.f.). A systematic review measurement in Software Engineering: State-of-the-art in measures. *Communications in Computer and Information Science*, (10). pp. 224-231.

INTECO. (2008). Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo del software en España. Recuperado de:
www.inteco.es/file/gSrX5MKzk-K5f1Ez5MwRMA

Itera. (s.f.). *MoProSoft*. Recuperado de:
http://www.iteraprocess.com/index.php?option=com_content&task=view&id=23&Itemid=44&limit=1&limitstart=1

Mayer & Bunge Informática LTDA. (2004). *Panorama de la Industria Latinoamericana de Software*. Brasil.

Oktaba, H. (2007). *MoProSoft o historia de una norma*. Recuperado de:
<http://www.comunidadmoprosoft.org.mx/Permanentes/Historiadeunanorma.pdf>

Oktaba, H., et al., (2003). *Modelo de procesos para la industria de software. MoProSoft Versión 1.1*. Recuperado de:
<http://www.uv.mx/rrojano/MIS/desarrollo1/material/moprosoft-v1.1.pdf>

Palacio, J. (2006). *Compendio de ingeniería de software II. (0710040050155)*. Recuperado de: http://www.navegapolis.net/files/cis/CIS_2_04.pdf

Piattini, M. & García, F. (2003). *Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software*. Madrid: RA-MA Editorial.

Pichaco, A. (s.f.). *L'estàndard ISO/IEC 15504. [Presentación]*. Recuperado de:
http://dmi.uib.es/~dmiamp/ESIII/0708_ESIII_SPI_Tema3.pdf

Pino, F., García, F., Ruiz, F. & Piattini, M. (s.f.). Adaptación de las normas ISO/IEC 12207:2002 e ISO/IEC 15504:2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. *Revista IEEE América Latina*, 4(2). 85 - 92. Recuperado de:
http://issuu.com/santi1970/docs/4tla2_4pino.pdf

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Pino, F., García, F., Serrano, M., & Piattini, M., (2006). Medidas para estimar el rendimiento y la capacidad de los procesos de software de conformidad con el estándar ISO/IEC 15504-5:2006. *REICIS - Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del software* 2(3), 17-30. Recuperado de: <http://www.ati.es/IMG/pdf/PinoVol2Num3.pdf>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Los niveles de madurez* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/los-niveles-de-madurez.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de análisis de los requisitos del sistema* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-analisis-de-los-requisitos-del-sistema.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de aseguramiento de la calidad del software* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-aseguramiento-de-la-calidad-del-software.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de evaluación y control del proyecto* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-evaluacion-del-control-proyecto.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de gestión de la configuración* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-gestion-de-la-configuracion.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de gestión de la configuración del software* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-gestion-de-la-configuracion-del-software.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de gestión del modelo del ciclo de vida* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-gestion-del-modelo-del-ciclo-de-vida.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de medición* [Online]. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-medicion.html>

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 34, (septiembre-diciembre de 2011, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de planificación del proyecto [Online]*. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-planificacion-del-proyecto.html>

Portal de la Norma en Español. (2010). *Proceso de suministro [Online]*. Recuperado de: <http://www.iso15504.es/index.php/proceso-de-suministro.html>

Red Colombiana de Calidad de Software. Software. (2007). *En qué consiste la RED? [Online]*. Recuperado de: <http://rccs.cidlisuis.org/>

Rodríguez, P., Alonso, J. & Sánchez, J. (2005). ¿Cuál es la madurez que necesitarían los procesos para el desarrollo de sistemas de software crítico? *REICIS - Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del software* 1(2), 31-41. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/922/92210204.pdf>

SOFTEX. (2009). *MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño*. Recuperado de: http://www.softex.br/mpsbr/_guias/guias/MPS.BR_Gu%C3%ADa_de_Adquisici%C3%B3n_2009.pdf

Weber, K., Rocha, A., Alves, Â., Ayala, A., Gonçalves, A., Paret, B., Salviano, C., Machado, C., Scalet, D., Petit, D., Araújo, E., Barroso, M., Oliveira, K., Oliveira, L., Amaral, P., Campelo, R. & Maciel, T. (2004). Modelo de Referência para Melhoria de Processo de Software: uma abordagem brasileira. XXX Conferencia Latinoamericana de Informática, Arequipa, Perú.