

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA UN LABORATORIO DE PRUEBAS

PROPOSAL FOR A QUALITY MANAGEMENT SYSTEM FOR A SOFTWARE TESTING LABORATORY

Gabriela Salazar Bermúdez¹, Fulvio Lizano Madriz², Vladimir Lara Villagrán³

1 Universidad de Costa Rica, Costa Rica, gabriela.salazar@ecci.ucr.ac.cr

2 Universidad de Costa Rica, Costa Rica, fulvio.lizano@ecci.ucr.ac.cr

3 Universidad de Costa Rica, Costa Rica, vladimir.lara@ecci.ucr.ac.cr

RESUMEN

Como parte del Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología de Investigación (CidTIC) de la Universidad de Costa Rica, el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad del Software (LACSOFT) responde a la necesidad que existe en Costa Rica para contar con una organización que preste servicios de pruebas de software de alto nivel. Este artículo describe la fase inicial del proceso de conceptualización del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) que consiste en identificar los procedimientos requeridos como resultado de la correlación entre las normas ISO-9001:2008, llamada "Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos" e ISO-17025:2005, llamada "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración".

Palabras Clave: Sistema de calidad, aseguramiento de la calidad del software, pruebas de software.

ABSTRACT

As part of the Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología de Investigación (CidTIC) at the Universidad de Costa Rica, the Laboratorio de Aseguramiento de Calidad del Software (LACSOFT) answers the need in Costa Rica to have an organization providing high quality software testing services. This article describes the initial phase of the process that conceptualizes the Quality Management System (QMS) based on the procedures identified as a result of the correlation between the norms ISO-9001: 2008, called "System- Quality

Management - Requirements" and ISO-17025: 2005, called "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories".

KeyWords: Quality system, quality software assurance, software testing.

1. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, las universidades, las instituciones del estado y los representantes de la industria han interactuado para contribuir al mejoramiento de la calidad del software producido en Costa Rica [1]. Paralelamente al trabajo realizado por las universidades para formar profesionales competentes en el área del aseguramiento de la calidad del software, el Gobierno de la República crea, a través de la ley No. 8279, el Sistema Nacional para la Calidad y en ente de acreditación que certifique, entre otros aspectos de calidad, la trazabilidad e inspección del producto, control de la producción y del proceso, control del producto no conforme, evaluación y control de los proveedores, manejo de quejas y devoluciones de producto y condiciones de preservación de producto).

Recientemente, como parte del Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnologías de Información y Comunicación, la creación del Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad del Software (LACSOFT) responde a la necesidad para continuar fomentando el mejoramiento mencionado anteriormente pero también haciendo uso de estándares de calidad basados en las guías internacionales ISO (International Organization for Standardization, por sus siglas en inglés). [2]

La decisión tomada para formular un Sistema de Gestión de la Calidad para el LACSOFT concuerda con los intereses antes expuestos y a continuación exponemos los resultados preliminares que servirán de base para darle un marco conceptual de trabajo.

2. MARCO TEORICO

2.1 Calidad en el software

Históricamente, se habla de calidad con respecto a: la detección de los defectos (control de calidad), la prevención de defectos (garantía de calidad) y la mejora continua (calidad total). Podemos destacar el aporte de Crosby quien, con su concepto sobre la participación del gerente general, identifica las cuatro actividades de la gestión de la calidad, el concepto de cero defectos y las métricas de costos relacionadas con la calidad. Por su parte, Deming agrega la constancia de propósito y los sistemas de implementación. Ishikawa, por su lado, propone los paradigmas 4M o 5M también conocidos como diagramas de causa-efecto y el control de calidad a lo largo de la empresa. Finalmente, Juran apunta la gestión de costos de la calidad y el Análisis de Pareto. De forma general se puede decir que el mejoramiento continuo es el factor crítico de éxito de las organizaciones modernas. [3]

Muchas son las definiciones que se pueden citar acerca de la calidad. Inicialmente ISO especificaba calidad como el conjunto de propiedades y de características de un producto o servicio que le confieren aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas. Posteriormente la misma organización refinó el concepto y estableció como calidad el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. En la actualidad la aplicación de la calidad se centra en el concepto del mejoramiento continuo como estrategia de abordaje. La mejora continua se entiende como una acción recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos. Esta acción de aumento de la calidad implica la revisión de los procesos relacionados con la gestión y la debida documentación, con miras a modificarlos para hacerlos más efectivos conforme pasa el tiempo. Vale la pena anotar la tendencia que existe para subestimar la importancia de la documentación, incluyendo aquella que gira alrededor del tema de

la calidad en el proceso de desarrollo de software. [4], [5]

Entendiendo como software el conjunto de los programas de cómputo, procedimientos, documentación asociada y datos que permiten la operación de un sistema de cómputo, el concepto de calidad en el software es definido puntualmente por Pressman como "la concordancia con los requisitos funcionales y de desempeño explícitamente establecidos, estándares de desarrollo explícitamente documentados y características implícitas que se esperan de cualquier software desarrollado profesionalmente". [6], [7]

2.2 Pruebas de software

Uno de los procesos fundamentales del proceso de desarrollo de software es el de pruebas. Esta actividad es desarrollada para evaluar la calidad de un producto de software, provocando su mejora al identificar defectos y problemas. [8] Las pruebas consisten en la verificación dinámica del comportamiento de un determinado elemento de software, utilizando un conjunto finito de casos de prueba, seleccionados a partir de un conjunto usualmente infinito de posibilidades de ejecución de ese elemento de software, para verificar el comportamiento esperado buscando minimizar la cantidad de errores.

Existen diversos tipos de pruebas de software que por lo general se clasifican de dos formas básicas: pruebas de caja blanca y pruebas de caja negra. [7] - [9]

Las de caja blanca responden a estrategias de prueba que involucran la revisión del código del producto de software que se evalúa. Al contrario, las de caja negra se concentran en las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno, como por ejemplo las llamadas pruebas funcionales

Las pruebas involucran la realización de subprocesos como: planificación, especificación, ejecución y reportes, los cuales cuentan con sus respectivos productos o documentos que son necesarios desarrollar, tal como se muestra en la Figura No. 1. [10]

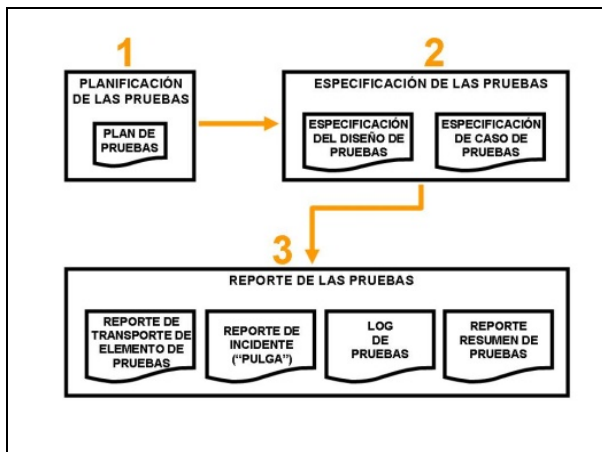


Figura No. 1, proceso de pruebas y documentación asociada.

2.3 Sistema de Gestión de la Calidad

Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) es un sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad en la búsqueda de un mejoramiento continuo de su eficacia de acuerdo con los requisitos de normas internacionales. En el caso de la industria de software, los SGC consideran los elementos puntuales de gestión así como los aspectos técnicos relativos al proceso de desarrollo. [3], [11]

Para cada componente de la gestión se elaboran documentos que, de acuerdo con la familia de normas ISO, se agrupan en 3 niveles. El primero está constituido por un documento llamado Manual de Calidad, el cual describe el SGC y detalla una serie de elementos fundamentales. El segundo contiene los procedimientos del sistema de gestión de la calidad que detallan los procesos y las actividades que se requieren en la organización. El tercero involucra instrucciones de trabajo (pequeños procedimientos puntuales) y otros documentos como los esenciales registros de calidad que son la evidencia objetiva de la aplicación del SGC. En la figura No. 2 se muestra la estructura de niveles típica de los SGC. [12]

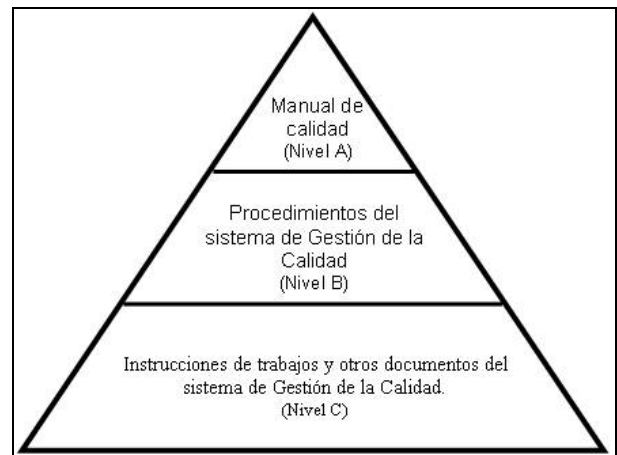


Figura No. 2, Estructura típica de un SGC.

2.4 Normas de referencia

Los SGC son orientados por normas que responden a paradigmas de gestión, algunos de ellos muy relacionados con la tecnología de de la información, entre los cuales destacan: ISO-9000, CMMi (Capability Maturity Model Integration), COBIT (Control Objectives for Information and related Technology), IDEAL, SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge), ITIL (Information Technology Infrastructure Library). [8], [13]-[17]

La norma ISO-9001:2008, llamada “Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos” (en inglés Quality management systems — Requirements), detalla los requerimientos que un SGC debería tener en las organizaciones, para ser también utilizado eventualmente en procesos de certificación o con fines contractuales. Esta norma enfatiza la eficacia del SGC para satisfacer requisitos planteados por parte del cliente. [13] Estos requerimientos son genéricos y se espera que puedan ser aplicados en cualquier tipo de organización sin importar el tipo, tamaño, ni el bien o servicio ofrecido.

Por su parte la norma ISO-17025:2005, llamada “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración” (en inglés General requirements for the competence of testing and calibration laboratories), define los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y

calibración para lograr demostrar que poseen un sistema de gestión, que tienen competencia técnica y que tienen la capacidad de generar resultados válidos desde un punto de vista técnico [18].

Estas normas de la familia ISO guardan una relación estrecha en la forma en cómo se aplican pero también con respecto a la estructura que poseen, como puede verse en la referencia cruzada de la figura No. 3, entre la norma ISO-17025:2005 y la norma ISO-9001:2000, antecesora esta última de la norma ISO-9001:2008.

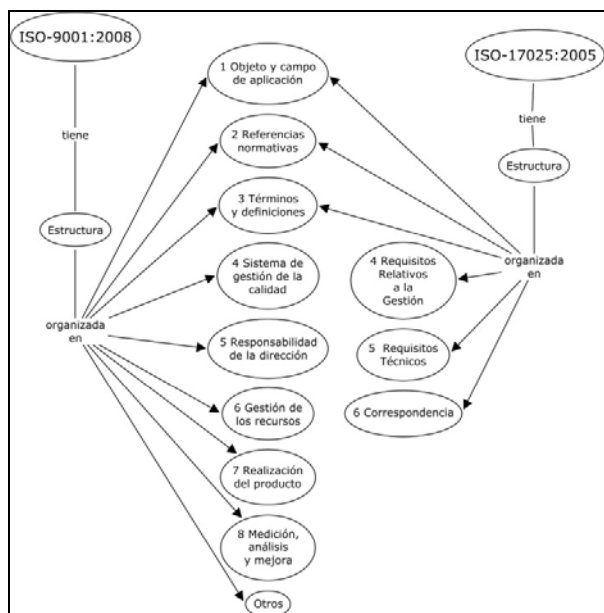


Figura No. 3, Estructura de normas ISO-9001:2008 e ISO-17025:2005.

3. METODOLOGÍA

El proceso de conceptualización de un SGC para el LACSOFT implica la consideración de las normas ISO-9001:2008 e ISO-17025:2005. Esta consideración pasa por una necesaria correlación de dichas normas, algo que está "considerado en parte" por la referencia cruzada que existe en el Anexo A (informativo) de la norma ISO-17025:2005. Como la versión "oficial" actual de la norma ISO-9001 es del año 2008, se impone como necesaria una revisión de esta correlación, porque la norma ISO-17025:2005 incluye la referencia a la ISO 9001:2000.

3.1 Resultado de la correlación entre las normas.

Considerando la relación que existe entre los diversos componentes entre ambas normas y el común denominador de cada correlación, fue posible identificar los diversos elementos del SGC del LACSOFT. En la tabla I se puede apreciar en la primera columna los elementos de la norma ISO 9001:2008, en la segunda los de la norma ISO 17025:2005 correlacionados y en la tercera los componentes del SGC, resultantes del análisis de la correlación.

Tabla I: Referencias cruzadas nominales a las normas: ISO 9001:2008 y ISO 17025:2005 y SGC resultante

INTE-ISO 9001:2008	INTE-ISO/IEC 17025	Componentes del Sistema de Gestión de Calidad
4.1	4.1, 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.2, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de la Calidad
4.2.1	4.2.2, 4.2.3, 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de la Calidad. • Manual de Calidad.(política de calidad) • Procedimiento de Control de la Documentación Interna y Externa.
4.2.2	4.2.2, 4.2.3, 4.2.4	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad.
4.2.3	4.3	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Control de la Documentación Interna y Externa.
4.2.4	4.3.1, 4.12	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Control de la Documentación Interna y Externa. (Incluye control de registros de calidad)
5.1	4.2.2, 4.2.3, 4.1.2, 4.1.6, 4.2.2, 4.15, 4.1.5	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (compromiso de la Dirección) • Manual de Calidad (comunicación del sistema de gestión de la calidad). • Manual de Calidad (política de calidad) • Manual de Calidad (objetivos de calidad) • Procedimiento de Revisiones por la Dirección. • Manual de Calidad (Disponibilidad de recursos humanos)
5.2	4.4.1	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Comercialización de Servicios.
5.3	4.2.2, 4.2.3	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (política de calidad)
5.4.1	4.2.2 c)	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (objetivos de calidad)
5.4.2	4.2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de la Calidad.
5.5.1	4.1.5 a), f), h)	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (responsabilidad y autoridad)
5.5.2	4.1.5 i), 4.11.1, 4.2.4	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (organización, representante de la dirección, gestor de calidad, etc.) • Procedimiento de Acciones Correctivas (informes a la alta dirección sobre el desempeño).
5.5.3	4.1.6	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (comunicación)
5.6.1, 5.6.2, 5.6.3	4.15	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Revisiones por la Dirección.
6.1 a)	4.10	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de la Calidad.

INTE-ISO 9001:2008	INTE-ISO/IEC 17025	Componentes del Sistema de Gestión de Calidad
6.1 b)	4.4.1, 4.7, 5.4.2, 5.4.3, 5.4.4, 5.10	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Comercialización de Servicios.(pedidos, ofertas, contratos) • Procedimiento de Servicio al Cliente (Servicio pos-venta y pos-entrega) • Procedimiento de Planificación del Servicio.(componente de los métodos de desarrollo del servicio) • Procedimiento de Informe de Resultados.
6.2.1	5.2.1	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (perfiles del personal.)
6.2.2	4.1.5 k), 5.2.1, 5.2.2, 5.2.5, 5.5.3	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Calidad (perfiles del personal, organización, toma de conciencia hacia la calidad) • Procedimiento de Entrenamiento. • Procedimiento de Uso del Laboratorio.(competencias para el uso de los equipos)
6.3 a)	4.1.3, 4.6, 4.13.1.4, 5.3, 5.4.7.2, 5.5, 5.6, 5.5.6, 5.6.3.4, 5.8, 5.10	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Gestión de Infraestructura Física. • Procedimiento de Uso del Laboratorio.(equipos) • Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros. • Procedimiento de Manipulación de Ítems de Prueba. • Procedimiento de Informe de Resultados.
6.4	5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4, 5.3.5	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Gestión de Infraestructura Física.(instalaciones y condiciones ambientales)
7.1	4.1, 4.2.2, 4.1.5 a), 4.2.1, 4.2.3, 5.1, 5.4, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Planificación del Servicio. • Sistema de Gestión de la Calidad. • Procedimiento de Planificación del Servicio.(sobre métodos) • Procedimiento de Calibración. (Configuración de equipos) • Procedimiento de Evaluación de Métodos. • Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad.
7.2.1, .2.2, 7.2.3	4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.5, 4.7, 4.8, 5.4, 5.9, 5.10	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Comercialización de Servicios.(Requisitos, revisiones, sub-contratación, informe al cliente, cambios en el contrato) • Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad. • Procedimiento de Informe de Resultados. • Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros. • Procedimiento de Servicio al Cliente. • Procedimiento de Quejas.
7.3	5, 5.4, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Diseño y Desarrollo del Servicio.
7.4.1	4.6.1, 4.6.2, 4.6.4	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros.
7.4.2	4.6.3	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros.

SALAZAR, G.; LIZANO, F., LARA, V. | "TÍTULO DEL TRABAJO" "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA UN LABORATORIO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE"

7.4.3	4.6.2	• Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros.
-------	-------	--

INTE-ISO 9001:2008	INTE-ISO/IEC 17025	Componentes del Sistema de Gestión de Calidad
7.5.1	5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Planificación del Servicio. • Manual de Calidad (perfiles del personal, .) • Procedimiento de Entrenamiento. • Procedimiento de Uso del Laboratorio.(equipos)
7.5.2	5.2.5, 5.4.2, 5.4.5	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Entrenamiento. • Procedimiento de Diseño y Desarrollo del Servicio. • Procedimiento de Evaluación de Métodos.
7.5.3	5.8.2	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Manipulación de Ítems de Prueba.(Trazabilidad)
7.5.4	4.1.5 c), 5.8	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Manipulación de Ítems de Prueba.(derechos de propiedad del cliente)
7.5.5	4.6.1, 4.12, 5.8, 5.10	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros. • Procedimiento de Acciones Preventivas. • Procedimiento de Manipulación de Ítems de Prueba.(Trazabilidad) • Procedimiento de Informe de Resultados.
7.6	5.4, 5.5	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Evaluación de Métodos. • Procedimiento de Uso del Laboratorio.(equipos)
8.1	4.10, 5.4, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestión de la Calidad.(mejora) • Procedimiento de Evaluación de Métodos. • Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad.
8.2.1	4.10	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Servicio al Cliente
8.2.2	4.11.5, 4.14	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Auditorías de Calidad.
8.2.3	4.11.5, 4.14, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Auditorías de Calidad. • Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad.
8.2.4	4.5, 4.6, 4.9, 5.5.2, 5.5.9, 5.8, 5.8.3, 5.8.4, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Compras de Servicios y Suministros.(sub-contratación) • Procedimiento para Productos no Conforme. • Procedimiento de Uso del Laboratorio.(equipos) • Procedimiento de Manipulación de Ítems de Prueba. • Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad.
8.3	4.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento para Productos no Conforme.
8.4	4.10, 5.9	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Servicio al Cliente • Procedimiento de Aseguramiento de la Calidad.
8.5.1, .5.2, 8.5.3	4.9, 4.10, 4.11, 4.12	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento de Servicio al Cliente • Procedimiento de Acciones Preventivas. • Procedimiento de Acciones Correctivas. • Procedimiento para Productos no Conforme.

SALAZAR, G.; LIZANO, F., LARA, V. | "TÍTULO DEL TRABAJO" "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA UN LABORATORIO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE"

ISBN: 978-959-7213-01-7

3.2 Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) derivado.

Para efectos de facilitar esta etapa de diseño del SGC, se utilizó como base la estructura clásica de un SGC mostrada en la Figura No. 2.

El Sistema de Gestión de la Calidad conceptualizado para LACSOFT se compondrá de un Manual de Calidad, 19 Procedimientos, un número indeterminado de registros de calidad y otros documentos conexos, tal como se muestra en la Figura No. 4.

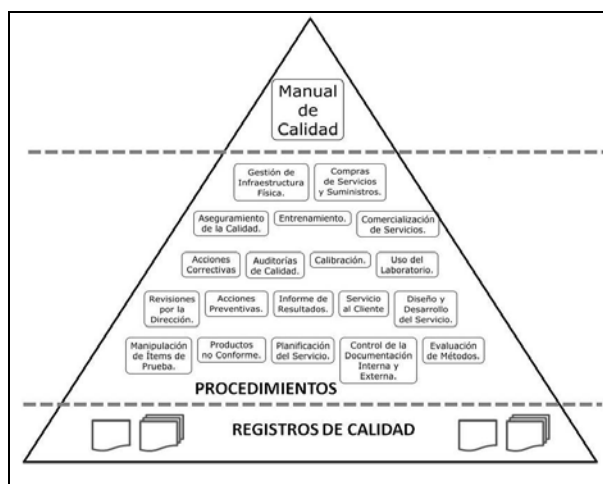


Figura No. 4, SGC de LACSOFT.

4. CONCLUSIONES

En la actualidad los SGC se han convertido en un factor crítico de éxito en las organizaciones modernas. El control de la gestión, y su conceptualización como un proceso integral orientado hacia la calidad, ha permitido que las acciones de mejora continua se impongan en la cultura organizacional. [19]

Al ser de común referencia y conocimiento las normas de la familia ISO, estas se podrían adoptar como referentes para la implementación de los procesos de diseño de SGC. La utilización de las dos normas escogidas explica el proceso de correlación entre sus elementos que identifican tanto los puntos de convergencia como aquellos que son

complementarios.

Los resultados aquí expuestos permiten especificar de forma expedita los diversos componentes del SGC para LACSOFT y dan una orientación para el trabajo futuro, que consiste en desarrollar los procedimientos y los registros de calidad identificados.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cámara Costarricense de Tecnología de Información y Comunicación. "Sobre nosotros," Octubre 2010; http://www.camtic.org/ES/camtic/sobre_nosotros/.
- [2] Consejo Nacional para la Calidad. "Calidad Costa Rica," Octubre 2006; <http://www.calidadcostarica.go.cr/Eventos.htm>.
- [3] Fran B., Marriott Phil, Warzusen Ch., CSQE PRIMER. 3 ed. @Quality Council of Indiana. 2002
- [4] ISO, *ISO 8402:1994 Quality management and quality assurance – Vocabulary*. USA: 1994.
- [5] INTECO, *Compendio de Normas INTE-ISO 9000:2000*, 1ed. Costa Rica: 2004.
- [6] IEEE, *IEEE Std 610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. USA: 1990.
- [7] Pressman, R., *Ingeniería de software: un enfoque práctico*, 6ed, Mexico: Mc Graw Hill, 2005.
- [8] IEEE Computer Society, *SWEBOK, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. 2004.
- [9] Braude, E.J., *Ingeniería de software: Una perspectiva orientada a objetos*, 1ed, Alfaomega, 2003.
- [10] IEEE Computer Society, *IEEE Std 829-1998 (Revision of IEEE Std 829-1983) IEEE Standard for Software Test Documentation*. 1998.
- [11] INTECO, *INTE/ISO 90003:2007. Ingeniería del software — Guía para la aplicación de la INTE/ISO 9001:2000 a productos de software*, 1ed. Costa Rica: 2007.
- [12] INTECO, *INTE/ISO 10013:2001. Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad*, 1ed. Costa Rica: 2001.
- [13] ISO, *ISO-9001:2008 Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos*. Suiza:

SALAZAR, G.; LIZANO, F., LARA, V. | "TÍTULO DEL TRABAJO" "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA UN LABORATORIO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE"

- [14] CMMI Product Team, *CMMI for Development, Version 1.2, CMMI-DEV, V1.2, CMU/SEI-2006-TR-008*, The Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006.
- [15] IT Governance Institute, *COBIT 4.0*, IT Governance Institute, USA, 2005.
- [16] McFeeley, B., *IDEAL A User's Guide for Software Process Improvement*, The Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, CMU/SEI-96-HB-001, 1996.
- [17] Office of Government Commerce, "ITIL *Information Technology Infrastructure Library*", Marzo, 2009; <http://www.ogc.gov.uk/>.
- [18] INTECO, *INTE/ISO/EIC 17025:2005. Requisitos en el área para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Costa Rica: 2005.
- [19] Lizano, F. y otros, "Generación de una cultura organizacional en el aula, un caso específico: la cultura hacia la calidad en el desarrollo del software, en la cátedra de Ingeniería de Sistemas," *I Congreso Internacional Computación y Matemática*, Costa Rica: ISBN 978-9968-9961-1-5, 2008.