



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Estructura de perfiles de cargo en las empresas con certificación CMMI-5 de la Industria de Software en Colombia

Diana María Rojas Martínez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Maestría en Administración

Bogotá, Colombia

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Estructura de perfiles de cargo en las empresas con certificación CMMI-5 de la Industria de Software en Colombia

Diana María Rojas Martínez

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magíster en Administración

Director:

PH.D Joaquín Romero

Codirectora:

Ms. Sandra Liliana Rojas

Línea de Investigación:

Recursos Humanos

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Maestría en Administración

Bogotá, Colombia

2015

Dedicatoria

A mis padres, hermanos y sobrinas.

Agradecimientos

A las empresas que facilitaron la realización de esta investigación, al director del trabajo de investigación Joaquín Romero, a la codirectora Sandra Liliana Rojas y a Ana María Rocha por su apoyo en la redacción y coherencia del documento final.

Resumen

La presente investigación tiene como ámbito las competencias laborales de la Industria de Software en Colombia, específicamente las empresas organizadas bajo la Federación Colombiana de la Industria de Software calificadas con un alto nivel de calidad en el Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (nivel 5), y apunta a identificar las fortalezas que deben ser adquiridas por el profesional que ejerce funciones en el área de TI.

Para ello, el objetivo de este estudio es formular una descripción de los perfiles de cargo por competencias para tres empresas de software, a través de la herramienta de Análisis Funcional. Así mismo, se identifican las ventajas para las organizaciones y las competencias desarrolladas por sus profesionales, para que sean consideradas empresas vanguardistas del sector en el entorno nacional.

Por último, se hace un análisis de las competencias laborales de las empresas calificadas como nivel 5 en Colombia y su relación con el perfil académico desarrollado por el proyecto “Tuning América Latina” (Tuning), con el fin de profundizar sobre la gestión de competencias en las organizaciones de software en Colombia.

Palabras clave: competencias, Análisis Funcional, Tecnologías de la Información, perfil de cargo, CMMI.

Abstract

The scope of this research is the work competences of the Software Industry in Colombia, specifically the companies organized under Colombian Federation of Software Industry rated with a high level of quality in the Integrated Capability Maturity Model (level five). It also attempts to identify strengths to be acquired by the professional that makes his functions in the IT area.

For this, the aim of this study is to formulate a description of the competency profiles of three software companies through Functional Analysis tool. Likewise, the benefits for organizations and the skills developed by their professionals; to be considered vanguard companies in this sector in the national environment are identified.

Finally, is presented an analysis of the labor skills of the companies classified as level five in Colombia and its relationship with the academic profile developed by the "Tuning Latin America" (Tuning) project, with the goal of further developing of management competences in software organizations in Colombia.

Keywords: competences, Functional Analysis, Information Technology, profile position, CMMI.

Tabla de Contenido

Lista de tablas	ix
Lista de gráficas	x
1 Introducción.....	1
2 Propósitos y contexto	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
2.3 Planteamiento del problema.....	4
2.4 Justificación.....	5
3 Marco teórico y conceptual.....	9
3.1 Competencias laborales	9
3.2 Análisis Funcional: identificación de competencias laborales	11
3.3 Modelo Integrado de Madurez y Capacidad CMMI	13
3.3.1 CMMI para el Desarrollo	16
3.3.2 Áreas de proceso.....	16
3.3.3 Niveles de capacidad.....	17
3.3.4 Niveles de madurez	18
3.4 Proyecto Tuning.....	20
3.4.1 Competencias para el profesional	22
3.4.2 Meta-perfil del profesional en el área de sistemas	24
4 Diseño metodológico	27
4.1 Estudio de caso: CMMI-5 en Colombia.....	28
4.2 Recolección y análisis de información	29
4.2.1 Formatos de levantamiento de información:	31
4.3 Análisis Funcional.....	33
5 Estructura de perfiles de cargo en las empresas con certificación CMMI-5	35

5.1	Ventajas de la obtención de la certificación CMMI-5	35
5.2	Competencias desarrolladas en los profesionales TI para CMMI-5.....	40
5.3	Descripción de los perfiles de cargo por medio del Análisis Funcional.....	42
5.4	Mapas funcionales y perfiles de cargo	45
5.4.1	Mapa funcional y perfil de cargo Directivo	46
5.4.2	Mapa funcional y perfil de cargo Arquitecto	49
5.4.3	Mapa funcional y perfil de cargo Analista	50
5.5	Perfiles de cargo relacionados con las competencias del estudio Tuning	53
5.5.1	Relación de los perfiles de cargo con las competencias generales del estudio Tuning en el proceso de certificación CMMI-5.....	54
5.5.2	Esquemas de perfiles de cargo con respecto a las competencias generales del estudio Tuning.....	57
5.5.3	Relación de los perfiles de cargo con las competencias generales del estudio Tuning en el proceso de certificación CMMI-5.....	61
6	Conclusiones.....	65
	Lista de referencias.....	67

Lista de tablas

Tabla 1. Logros generales de las empresas que alcanzan el nivel 5.....	15
Tabla 2. Áreas de proceso en el modelo CMMI.....	16
Tabla 3. Tuning:Competencias generales	23
Tabla 4. Tuning: Competencias disciplinares	23
Tabla 5. Objetivos y preguntas de los formularios de levantamiento de información.....	31
Tabla 6. Pasos del Análisis Funcional.....	33
<i>Tabla 7. Actividades mejoradas en la Organización A</i>	<i>36</i>
Tabla 8. Actividades mejoradas en la Organización B	37
Tabla 9. Actividades mejoradas en la Organización C	38
Tabla 10. Mapa funcional del cargo Directivo	46
Tabla 11. Elementos de competencia para el perfil de Directivo	46
Tabla 12. Mapa funcional del perfil del Arquitecto	49
Tabla 13. Elementos de competencia para el perfil del Arquitecto	49
Tabla 14. Mapa funcional del perfil del Analista.....	50
Tabla 15. Elementos de competencia del perfil del Analista	51
Tabla 16. Perfil del cargo de Directivo y competencias generales del estudio Tuning.....	57
Tabla 17. Perfil del cargo de Arquitecto y competencias generales del estudio Tuning.....	58
Tabla 18. Perfil del cargo de Analista y competencias generales del estudio Tuning	60

Lista de gráficas

Gráfica 1. Paso 3 Análisis Funcional.....	44
Gráfica 2. Pasos 4 y 5 Análisis Funcional.....	45
Gráfica 3. Evaluación de las organizaciones a las competencias generales estudio Tuning.....	55
Gráfica 4. Evaluación de las organizaciones a las competencias disciplinares estudio Tuning.	63

1 Introducción

Para la Administración del Recurso Humano es fundamental construir perfiles de cargo que se ajusten a las necesidades de las organizaciones. La presente investigación tiene como propósito conocer sobre las habilidades de los profesionales que trabajan en el sector de la Industria de Software en Colombia, así como sobre las fortalezas que deben ser adquiridas en su proceso de formación permanente. Es aquí donde las competencias laborales se configuran como parte esencial para gestionar los conocimientos adquiridos y en continua evolución, para las personas que laboran en la disciplina de Tecnologías de la Información (TI) (Drucker, 2010).

En Colombia existen aproximadamente 2.000 empresas relacionadas con la industria de software que incluyen algunas distribuidoras de hardware y otras prestadoras de servicios de información, de éstas el 2% son grandes empresas, el 9% medianas, el 34% pequeñas y el 55% son microempresas (MinTIC., 2013). Del total, hay 244 organizaciones asociadas a la Federación Colombiana de la Industria de Software (Fedesoft)(MinTIC., 2012b), institución que es el ente vocero de la Industria de Software ante el Gobierno, que tiene convenios con universidades, otras asociaciones y entidades gubernamentales y que propende por el avance del sector a través de programas de educación, certificaciones de calidad y demás iniciativas que promuevan el bienestar de sus afiliados.

Para las empresas asociadas a Fedesoft resulta esencial el ejercer sus actividades de manera que cumplan con estándares de calidad, que eleven el potencial del sector a un mejor posicionamiento en el entorno internacional. Uno de los indicadores de calidad tenidos en cuenta en el ámbito mundial propuesto por el *Software Engineering Institute* (SEI), institución que reconoce y valora a las empresas más sobresalientes en TI, es el indicador denominado Modelo Integrado de Capacidad y Madurez (CMMI). Así, Fedesoft y el Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) han motivado a las grandes y medianas empresas

del sector a certificarse en ese modelo y actualmente 59 empresas en Colombia están certificadas en los niveles 3 y 5 de las guías propuestas por el SEI (SEI, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, en el presente estudio se hace un análisis de: las competencias laborales de las nueve empresas calificadas como nivel cinco en Colombia (a septiembre de 2014) y de las coincidencias y disparidades en relación con el perfil académico desarrollado por el proyecto “Tuning América Latina” (Tuning), que consiste en una comunidad de académicos latinoamericanos que buscan la unificación de perfiles profesionales para los países hispanoparlantes. Esto con el fin de profundizar sobre la gestión de competencias en las organizaciones de software en Colombia, que sirvan como referente significativo para las demás organizaciones asociadas a Fedesoft, así como para los profesionales en el área de la Ingeniería de Sistemas y para otras entidades del sector público interesadas en el mejoramiento de la calidad del trabajo profesional en esta área.

Para indagar sobre las competencias de quienes ejercen el cargo, según lo afirma el autor (Enríquez, 2009), es necesario: “Centrarse en el conocimiento de las tareas, la misión del cargo y los objetivos estratégicos de la organización” (p. 20). En este sentido, el método del Análisis Funcional para la definición de competencias, las entrevistas realizadas con los expertos y la relación con el estudio de perfil profesional Tuning permitirán tener una aproximación sobre cuáles son las competencias generales y disciplinares, con que debe contar un profesional calificado para el desarrollo de su labor, en términos de eficiencia para la organización y teniendo en cuenta la aplicación de conocimientos vanguardistas.

Este trabajo se divide en seis capítulos, el primero corresponde a la introducción; en el segundo se hace la descripción de los objetivos generales y específicos, la contextualización del tema, se aborda la justificación y el propósito de la investigación; el tercero se refiere al marco teórico, que amplía las variables que se tendrán en cuenta para el desarrollo del trabajo, en temas como competencias laborales, gestión por competencias, Análisis Funcional y el modelo CMMI con sus niveles de escalamiento. El cuarto capítulo aborda el enfoque metodológico sobre el que

se realizó la investigación, las herramientas de recolección y organización de la información. En el quinto capítulo se muestra el desarrollo y resultado del Análisis Funcional del área de TI, el análisis comparativo del proyecto Tuning en relación con la información recolectada y las ventajas competitivas que se generan en una empresa que adopta los lineamientos propuestos por CMMI-5 Dev. Todo ello para desembocar en los perfiles de cargo que contienen las competencias requeridas por los profesionales en Sistemas, que se enfrentan al reto de asumir las pautas del modelo de calidad que enmarca este estudio. En el sexto y último capítulo se encuentran las conclusiones.

2 Propósitos y contexto

2.1 Objetivo general

Realizar la caracterización de los perfiles de cargo por competencias para tres empresas de software con certificación en el Modelo Integrado de Madurez y Capacidad nivel 5 (CMMI-5) en Colombia, y determinar un esquema general de perfiles de cargo que pueda ser útil para organizaciones y entidades del Estado.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar tres organizaciones desarrolladoras de software en Colombia identificando las ventajas que conlleva la obtención de la certificación CMMI-5.
- Describir los perfiles de cargo del área de TI en tres organizaciones colombianas certificadas con CMMI-5, por medio de la herramienta de Análisis Funcional.
- Identificar las competencias desarrolladas por los trabajadores del área de TI, que influyen en la obtención de la certificación CMMI-5.
- Comparar un esquema de perfiles de cargo basado en el análisis de las competencias laborales de estas organizaciones en relación con los resultados del estudio Tuning Latinoamérica, que sirva como perfil del profesional en TI.

2.3 Planteamiento del problema

A nivel mundial, se puede evidenciar un continuo crecimiento de las empresas tecnológicas, de comunicaciones y de innovación (MinTIC., 2013). Para el caso específico de Colombia, la industria de software se originó y ha tenido un paulatino desarrollo durante los últimos 30 años. Sin embargo, esta industria aún debe acoplarse a las necesidades de desarrollo y a las competencias del nivel mundial en temas como: una mayor especialización, capacitación en gestión e integración de disciplinas y la necesidad de contar con profesionales y empresas certificadas bajo estándares internacionales (MinTIC., 2012b).

Por lo anterior, para continuar el desarrollo de las TIC en Colombia, se requieren profesionales que cumplan con estándares laborales competitivos. Estos profesionales son un factor clave para la evolución de esta industria, por ello, este sector debe apropiarse de tecnologías vanguardistas que faciliten el modelamiento de los sistemas de información y, en especial, debe adoptar acciones tendientes a la asimilación de prácticas óptimas para el desarrollo y mantenimiento de software, como las propuestas por el CMMI, y así lograr implementar correctamente las herramientas de desarrollo de software.

Aunque el Gobierno colombiano, en cabeza del MinTIC, ha realizado varios estudios e implementado políticas en pro de la evolución, tanto de la infraestructura, como del recurso humano en este campo, aún no cuenta con una descripción de los perfiles de aquellos profesionales que deben desempeñarse en las áreas de la Información y las Telecomunicaciones. Esto puede ser un factor de desventaja para las organizaciones dedicadas al desarrollo de software, ya que les impide conocer y visualizar a futuro cuál debe ser el tipo de profesional que requiere la organización, para obtener resultados concretos con miras a mercados más competitivos.

2.4 Justificación

Los análisis organizacionales basados en competencias incentivan el mejoramiento continuo en la calidad y en la asignación del recurso humano, generan sinergia entre los trabajadores y la estrategia global del negocio, contribuyen al desarrollo profesional en un entorno cambiante y a la toma de decisiones de forma objetiva y con criterios homogéneos (Ernst & Young, 2011). Teniendo en cuenta este argumento, la intención de llevar a cabo la indagación sobre las competencias en tres empresas de software calificadas con CMMI-5 es identificar y analizar: 1) los cargos clave del área de tecnología de estas organizaciones; 2) las competencias que se han adquirido o reforzado con la implementación del modelo CMMI; 3) las actividades y

resultados que se logran a través de esas competencias y, 4) cómo contribuyen las competencias a que las organizaciones se hayan consolidado como líderes en la creación y desarrollo de software en Colombia.

Al realizar una revisión previa, se encontró que, además de otros estudios sobre el sector, el Gobierno colombiano ha gestionado, a través del MinTIC y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), estrategias de desarrollo nacional en los sectores de tecnología, información y comunicaciones, con la implementación de la política denominada: “Programa de Transformación Productiva” (MinCIT, 2010). Como resultado de estas iniciativas, se ha demostrado que Colombia cuenta con la infraestructura física en la interconexión a redes de comunicaciones, y que puede generar oportunidades para promover el mejoramiento de la gestión del recurso humano de la industria nacional de software.

Algunos de los estudios del MinTIC en el marco del Programa de Transformación Productiva son: el Estudio de salarios y profesionales del sector de software y TI de Colombia (MinTIC., 2012a), el Informe sectorial de la Industria de Software y servicios asociados de Colombia (MinTIC., 2012b), y la Visión estratégica del sector del software y servicios asociados: plan de mercadeo y ventas regionalizado del sector en Colombia.(MinTIC., 2013). En ellos se pueden evidenciar ciertos aspectos relacionados con la gestión del recurso humano como: los salarios, número de profesionales, crecimiento del sector, entre otros. Sin embargo, como se anunciaba desde el planteamiento del problema, estos estudios no cuentan con investigaciones puntuales acerca de perfiles de cargo basados en competencias.

Dentro de los estudios académicos que se han realizado sobre la aplicación del modelo de CMMI en las organizaciones se encuentran diversidad de investigaciones, dentro de las más próximas a los temas relacionados con este trabajo se encuentra la “Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes” (Arboleda, 2013) donde se realizó un estudio acerca de la metodología del CMMI para pequeñas y medianas empresas en el contexto colombiano, con el fin de obtener un orden adecuado en los procesos

de este tipo de organizaciones para llegar a ser más eficientes. Un segundo ejemplo es el trabajo titulado “Mejoras al proceso de planificación de proyectos de software usando el CMMI” (Yépes, 2013); en esta investigación se realiza la evaluación de un proceso de implementación de CMMI en una organización, en la que la planificación de proyectos, como parte del proceso de desarrollo de software y es importante para el mejoramiento de la producción de las empresas de software de cualquier tamaño.

Han sido tan exitosas las prácticas del modelo CMMI, que otras investigaciones han producido modelos basados en el CMMI no solo para la Industria del Software sino en áreas como la academia, salud, y otras ingenierías. Muestra de ello, son los estudios como: *“Management Model for Curriculum Design based on Software Engineering Practices”* (Luna, 2015), el cual propone un modelo para administrar, coordinar y evaluar el proceso para el diseño de programas educativos con base en el CMMI. Un estudio directamente relacionado con capacidades en el área de TI realizado en años recientes es: *“A Quality-Distinction Model of IT Capabilities: Conceptualization and Two-Stage Empirical Validation Using CMMi Processes”* (Kishore, 2012); éste, logra a través del desarrollo de un nuevo método, conceptualizar capacidades de TI en las organizaciones con un enfoque claro en el desarrollo de productos y servicios de TI de alta calidad, desarrollando una cultura organizacional basada en la eficacia, es útil para la comprensión y fiabilidad de las capacidades de las organizaciones en TI y contribuye a formalizar los procesos con alta rigurosidad y su evaluación continua para que cada vez los proyectos se realicen con requerimientos y desarrollos estrictos. Otros trabajos concernientes sobre la aplicación del modelo CMMI en diferentes contextos para el mejoramiento de procesos organizacionales y de software son las investigaciones de Moreno (2014), Falesi (2014), Lukaszewicz, K., Miller, J. (2012), Lopes (2012), en los que se sustenta que la implementación rigurosa de procesos y su evaluación permanente son factores de éxito para las organizaciones.

Por otro lado, es pertinente analizar un esquema de perfiles de cargo a través de las competencias, ya que contribuye a fortalecer el recurso humano como factor generador de ventajas competitivas en las organizaciones. Por lo tanto, si el éxito de la organización está basado en la calidad y la disposición de sus trabajadores, cuanto mejor esté conformado el equipo y más se aprovechen las cualidades de cada uno de sus integrantes, más fuertes se hacen las empresas (Ernst & Young, 2011). Entonces, si el soporte más importante y valorado para las organizaciones son los individuos que trabajan en ella, se hace necesario conocer las competencias que los cargos exigen y que las personas ofrecen en el mercado laboral.

Por lo anterior, se hace relevante la integración de los conceptos de gestión por competencias y de perfil de cargo, para que dicha unión permita proponer un perfil de referencia, que se complemente con los procesos de madurez y capacidad propuestos por las guías del CMMI. Teniendo en cuenta que las empresas que son la base de este estudio han alcanzado el nivel más alto en calidad, queda así avalada la pertinencia de llevar a cabo un estudio acerca de dichas competencias en esas organizaciones, que también servirá para que otras compañías del sector, que tengan interés en el mejoramiento, obtengan una perspectiva más clara sobre cómo gestionar su recurso humano en materia de Ingeniería de Sistemas, sobre cuáles son las ventajas de una calificación CMMI-5, para que puedan ser más competitivas en el mercado nacional y mundial.

El resultado de esta investigación es de utilidad tanto para las entidades gubernamentales mencionadas anteriormente como para las grandes y medianas organizaciones asociadas a Fedesoft, que deseen optimizar sus procesos y ser visibles en el mercado internacional y también para los profesionales interesados en adquirir competencias específicas según sus habilidades e intereses.

3 Marco teórico y conceptual

El presente capítulo reúne información recopilada sobre competencias aplicadas al ámbito laboral, con base en conceptos desarrollados por el Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional (OIT/Cinterfor). Esta compilación presenta un enfoque hacia América Latina, teniendo en cuenta que la investigación propuesta se limita a la situación de las competencias laborales requeridas por las empresas de software en Colombia y al análisis de los perfiles de cargo que resultan en ese contexto.

El objetivo de esta revisión es generar una aproximación al concepto de competencias laborales en relación con el Análisis Funcional, como herramienta de determinación de los perfiles de cargo sobre las competencias requeridas en el sector. Una vez abordados los conceptos anteriores, se procede a describir brevemente el Modelo Integrado de Madurez y Capacidad, el cual funciona como elemento coadyuvante de la calidad en las organizaciones dedicadas al desarrollo de software, permite que amplíen su alcance a nivel global y en consecuencia también aumenta el valor agregado para las organizaciones que logran el máximo nivel de certificación.

El último punto de referencia que nos permite retomar el tema de las competencias laborales, generales y disciplinares del área de Ingeniería de Sistemas en el entorno latinoamericano, es el esbozo del estudio Tuning, desarrollado por la Universidad de Deusto (España), en colaboración con la comunidad académica internacional, para establecer un meta-perfil del profesional en el área de sistemas.

3.1 Competencias laborales

En las últimas décadas, el área de Recurso Humano se ha fortalecido con la denominada *gestión de cargos por competencias*. Varios autores han investigado acerca de este concepto,

en un término amplio en el que se puede afirmar que las competencias abarcan motivaciones, características y conceptos propios del individuo, conocimientos y capacidades cognoscitivas y conductuales (Cowling, 1997). Por tanto, no solo se habla de un individuo competente en términos de conocimiento, sino también de un ser humano que se desarrolla emocionalmente dentro de un entorno determinado.

Al respecto, en el libro *Gestión de las Competencias* (Lévy Leboyer, 2003), también se afirma que: "Las competencias representan, pues, un trazo de unión entre las características individuales y las cualidades requeridas para llevar a cabo misiones profesionales precisas" (p.54). En el mismo sentido, las competencias laborales han sido definidas por la OIT-Cinterfor (OIT-ChileValora, 2012) como: "Un conjunto identificable y evaluable de capacidades que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, de acuerdo a los estándares históricos y tecnológicos vigentes" (p.39)

Así, se puede colegir que en las competencias laborales se integran el conocimiento adquirido y la habilidad de realizar las acciones necesarias para resolver situaciones. Para ello, debe existir una evolución en el pensamiento científico-técnico-reflexivo, que permita a los trabajadores reaccionar de manera adecuada a los diferentes contextos que afrontan, desarrollar valores y actitudes para tomar decisiones de una mejor manera y actuar responsablemente.

Dentro de la organización, las competencias laborales juegan un papel complementario en el desarrollo de la estrategia, el sistema de trabajo y la cultura organizacional. Tienen como propósito impulsar hacia la excelencia a las competencias individuales, de acuerdo con las necesidades operativas. El enfoque de competencias se fundamenta en establecer cuáles son esas características (o el perfil) para el desarrollo de un negocio y, de esta manera, integrar un equipo de trabajo acorde con las necesidades del área, que le permita a la organización alcanzar los objetivos misionales. Este modelo debe implementar los siguientes pasos: la definición del puesto, las tareas que se realizan dentro de éste, la formación base y la experiencia requerida

para su desempeño, las competencias técnicas o conocimientos necesarios para un adecuado desempeño y las competencias referidas a capacidades o habilidades (Ernst & Young, 2011).

Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que, las competencias no permanecen estáticas en el tiempo, especialmente en un mundo que se encuentra en cambio constante, motivado por la acelerada evolución de la ciencia, el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, las investigaciones biotecnológicas, el desarrollo de la genética, la electrónica y la ciencia de los nuevos materiales (Núñez, 2001). Todo este conjunto de factores exige un conocimiento sobre cuáles competencias debe desarrollar el individuo para poder enfrentar los cambios en el entorno del trabajo, por tanto existe una necesidad general de adquirir conocimientos, no solo de una disciplina específica, sino que hace falta contar con herramientas apropiadas de diferentes disciplinas para adaptarse a los cambios (Catalano, 2004).

En la actualidad, el proceso de globalización ha generado gran cantidad de actividades relacionadas con los sistemas de información y las comunicaciones, causando múltiples demandas que requieren del manejo adecuado de estos elementos y del talento humano apropiado para proveer soluciones de calidad a través de la gestión por competencias (Hamel, 2013).

3.2 Análisis Funcional: identificación de competencias laborales

Para establecer un perfil de cargo se puede aplicar la metodología de Análisis Funcional, la cual se utiliza para identificar las competencias laborales inherentes a una función productiva. Dicha función puede estar definida para un sector ocupacional, una empresa, un grupo de empresas o todo un sector de la producción o de los servicios (OIT-ChileValora, 2012).

Esta metodología fue inicialmente enunciada por los doctores Bob Mansfield y Lindsay Mitchell en su libro *Towards a Competent Workforce*, en el cual se desarrolló una manera de encontrar las competencias laborales precisas para un cargo determinado a través de los

resultados del Análisis Funcional, que a su vez está integrado por:, las unidades y los elementos de competencia establecidos dentro del mapa funcional. De esta forma, se procura encontrar personas suficientemente competentes como para ejercer su rol de manera óptima dentro de una organización (Mansfield, 1996).

Bajo el enfoque de gestión por competencias, el centro del análisis ha dejado de ser el puesto de trabajo y comienzan a serlo las características que posee el trabajador, es decir, aquello que le posibilita adaptarse de manera activa a un proceso de cambio permanente. Para saber cómo se especifica una competencia laboral se debe conversar con los trabajadores que la ejercen como parte de su profesión cotidiana y reflexionar sobre: qué hacen; cómo lo hacen, cómo se dan cuenta de que están obrando con calidad y en condiciones seguras de trabajo (Catalano, 2004).

No obstante, el Análisis Funcional no es una metodología exacta, genera una aproximación a las competencias requeridas mediante una estrategia deductiva. Se inicia estableciendo el propósito principal del área, organización o sector y se pregunta sucesivamente qué funciones hay que llevar a cabo para que se logre la función precedente (Catalano, 2004).

Dentro de los aportes más significativos de la aplicación del Análisis Funcional, se encuentra que es un instrumento útil para establecer estándares de competencia bien elaborados, claros y comparables, es una forma coherente y sistemática de llegar a describir un perfil ocupacional por competencias. Como se mencionó no suministra respuestas concretas y precisas, pero da información útil para evaluar cuál sería la respuesta adecuada, buscando consistencia en sus resultados. Su valor como herramienta parte de su representatividad, ya que se realiza sobre trabajadores que conocen a fondo la función analizada.

A continuación se explican los pasos de la metodología de Análisis Funcional estudiados por entidades multilaterales que han propendido por el mejoramiento de las capacidades y competencias laborales en Latinoamérica. Entre estas entidades se encuentran: la OIT

(Organización Internacional del Trabajo) y Cinterfor (Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación) auspiciados por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo).

1. Seleccionar un conjunto de organizaciones productivas, que desde el punto de vista de las calificaciones que detentan sus trabajadores resulten representativas del sector de actividad que se quiere investigar.
2. Seleccionar una empresa concreta, a fin de estudiar dentro de ella varios o todos los roles ocupacionales que contribuyen a alcanzar el propósito clave de la empresa.
3. Definir el propósito clave que caracteriza el objetivo de la organización y el marco de condiciones dentro del cual se pretende alcanzar.
4. Definir las funciones y las sub-funciones o los grandes grupos de actividades, con los que se organiza una empresa, con el objeto de concretar el propósito clave enunciado.
5. Seleccionar los roles laborales críticos que contribuyen mejor a que la organización alcance el propósito clave enunciado.
6. Una vez seleccionado el rol laboral, se entrevistará a los trabajadores sobre las acciones que realizan, los productos o resultados que obtienen y los criterios por los cuales se orientan para actuar o para obtener un determinado resultado.
7. Reconstruir un conjunto de acciones del trabajador, las cuales serán reagrupadas en grandes funciones o sub-funciones.
8. Reconstruir los elementos de competencia en concordancia con el propósito clave de la empresa.
9. Determinar cuáles son las actividades que el trabajador evidencia para reconocer que los procedimientos que ha seguido en su accionar son correctos y corresponden a las buenas prácticas sugeridas por la empresa.

Como resultado de estos nueve pasos se elabora un mapa funcional, que se expresa en unidades y en elementos de competencia, permitiendo observar la naturaleza de las funciones que se cumplen en el desempeño de ese rol y el tipo de capacidades que se requieren del sujeto que lo ejerce.

3.3 Modelo Integrado de Madurez y Capacidad CMMI

Una de las referencias básicas para esta investigación es el Modelo Integrado de Madurez y Capacidad (CMMI), aplicado a organizaciones calificadas con la certificación de nivel 5 en Colombia, considerada como la máxima distinción con que cuentan las compañías de

software en la actualidad en términos de calidad de sus procesos. De acuerdo con Edwards Deming, creador de los principios de Gestión de la Calidad Total (TQM), más del 80% de los problemas organizacionales se encuentran relacionados con los procesos, mientras que el 20% restante, puede ser atribuido a las personas que implementan estas actividades (Deming, 1986).

El modelo CMMI es ampliamente reconocido y aceptado en el mundo, tiene sus orígenes en la creación del *Modelo de Madurez y Capacidad* de la universidad *Carnegie-Mellon* en 1986, donde se realizó una primera aproximación a la definición de procesos en desarrollo de software para el *Software Engineering Institute* (SEI). Su primer enfoque fue hacia los procesos relativos al desarrollo de software y, paulatinamente, se ha venido extendiendo a otras temáticas organizacionales como la Gestión del Talento Humano y el desarrollo de proyectos.

Existen otros modelos de estandarización para el manejo del software considerablemente reconocidos a escala mundial, dentro de éstos se encuentra la Biblioteca de la Infraestructura de Tecnologías de la Información (ITIL), adoptada a mediados de la década de los 90, de la cual se han expedido varias normas internacionales, la más conocida actualmente es la ISO/IEC 20000, que cubre la gestión de servicios de tecnologías de la información. Otros marcos de referencia sobre las mejores prácticas son la Biblioteca de Adquisición de Servicios de Información (ISPL), la Biblioteca de Servicios de Aplicativos (ASL), y el Método de Desarrollo de Sistemas Dinámicos (DSDM) (MinTIC, 2013).

Todos estos avances que contemplan una metodología para el diseño y desarrollo de software son de gran importancia, sin embargo, el CMMI ha logrado posicionarse como uno de los más reconocidos por empresas y clientes alrededor del mundo. Para el año 2013 existían 1389 compañías evaluadas con este modelo, la mayoría de ellas concentradas en China, Estados Unidos, e India con 621, 251 y 155 organizaciones respectivamente; mientras que en Latinoamérica los países que contaban con mayor número de empresas valoradas con el CMMI son México, Brasil Colombia y Argentina con 49, 36, 16 y 9 organizaciones certificadas respectivamente (González, 2014).

Este modelo constituye una ruta de referencia para la mejora y evaluación de procesos en el desarrollo, mantenimiento y operación del devenir organizacional. Consiste en las mejores prácticas dirigidas al desarrollo y mantenimiento del producto, y se dirige también a las prácticas que cubren el ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su entrega y mantenimiento.

De acuerdo con los parámetros descritos en el reporte oficial del CMMI-DEV (SEI, 2010), existen tres dimensiones en las que una organización se puede concentrar para mejorar sus negocios, estas son: 1) la gente; 2) los métodos y procedimientos y 3) las herramientas y el equipo. En consecuencia, las empresas de software que logran certificarse en un nivel cinco (5) obtienen los logros descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Logros generales de las empresas que alcanzan el nivel 5

Dimensiones	Logros
<i>Gente</i>	Un mejor control sobre los proyectos que ejecutan, ya que los gerentes y directores cuentan con más elementos para la toma informada de decisiones.
<i>Métodos y procedimientos</i>	Un mayor sentido en las estrategias de negocio de la organización y, con ello, la mejora de la participación en las diferentes iniciativas.
<i>Herramientas y equipo</i>	Mejoras cuantitativas que representan para la organización ahorros substanciales tanto en tiempo, esfuerzo o costo, apoyando de esa manera el logro de los objetivos de negocio y objetivos estratégicos de la organización.

Elaboración propia. *Fuente:* (SEI, 2010)

Las organizaciones obtienen mejores resultados cuando se enfocan en realizar esfuerzos para el mejoramiento de procesos, correspondientes a una escala dentro del modelo CMMI. Cada nivel en esta escala incrementa el grado de maduración de un subconjunto importante de los procesos de la organización, preparándola para pasar al siguiente nivel de madurez. Estos niveles se miden por el logro de los objetivos específicos y genéricos, asociados a cada conjunto predefinido de áreas de proceso (SEI, 2010).

3.3.1 CMMI para el Desarrollo

Existen varias clases de modelos dentro de CMMI, según la actividad a la que se aplique. El modelo de referencia para esta investigación es el modelo CMMI para el Desarrollo (CMMI-DEV), que a su vez consta de unas guías integradas para el desarrollo de productos y servicios. El CMMI-DEV se enfoca en las actividades de desarrollo de la organización, abarcando 22 áreas de proceso, de las cuales: 16 son áreas clave para el proceso, 1 es el área compartida de proceso y 5 son áreas específicas del desarrollo de proceso (SEI, 2010).

3.3.2 Áreas de proceso

Un área de proceso es un conjunto de prácticas relacionadas con una función específica, que cuando se implementa colectivamente cumple una serie de objetivos que se consideran importantes para el mejoramiento de la función con la cual se relaciona. Las áreas de proceso que considera el modelo CMMI son:

Tabla 2. Áreas de proceso en el modelo CMMI

Sigla en inglés	Significado	Traducción
<i>CAR</i>	Causal Analysis and Resolution	Análisis causal y resolución
<i>CM</i>	Configuration Management	Gestión de la configuración
<i>DAR</i>	Decision Analysis and Resolution	Análisis de decisión y resolución
<i>IPM</i>	Integrated Project Management	Gestión integrada de proyectos
<i>MA</i>	Measurement and Analysis	Medición y análisis
<i>OPD</i>	Organizational Process Definition	Definición de procesos organizacionales
<i>OPF</i>	Organizational Process Focus	Enfoque de procesos organizacionales
<i>OPM</i>	Organizational Performance Management	Gestión de desempeño organizacional
<i>OPP</i>	Organizational Process Performance	Desempeño de procesos organizacionales
<i>OT</i>	Organizational Training	Entrenamiento organizacional
<i>PI</i>	Product Integration	Integración de producto
<i>PMC</i>	Project Monitoring and Control	Control y monitoreo de proyectos
<i>PP</i>	Project Planning	Planeación de proyectos
<i>PPQA</i>	Process and Product Quality Assurance	Aseguramiento de calidad de proceso y producto
<i>QPM</i>	Quantitative Project Management	Gestión cuantitativa de proyectos

<i>RD</i>	Requirements Development	Desarrollo de requerimientos
<i>RM</i>	Requirements Management	Gestión de requerimientos
<i>RM2</i>	Risk Management	Gestión del riesgo
<i>SAM</i>	Supplier Agreement Management	Gestión de acuerdos con proveedores
<i>TS</i>	Technical Solution	Solución técnica
<i>VAL</i>	Validation	Validación
<i>VER</i>	Verification	Verificación

Elaboración propia. Fuente (SEI.2010)

3.3.3 Niveles de capacidad

Cada uno de los niveles de capacidad para un área de proceso es alcanzado a través de la aplicación de prácticas genéricas o alternativas. Existen 4 niveles de capacidad, categorizados de la siguiente forma: nivel 0: incompleto; nivel 1: realizado; nivel 2: gestionado y nivel 3: definido.

En el nivel 1 se requiere de: la existencia de un plan para ejecutar el proceso, disponibilidad de recursos necesarios para este trabajo, la asignación de tareas, el entrenamiento previo y el control sobre los productos que son resultado de este proceso.

En el nivel 2 los procesos son planeados y ejecutados de acuerdo con una política que se encuentra en proceso de institucionalización, para lo cual, se requiere que el recurso humano sea adecuado, y así alcanzar los resultados esperados. Además, se involucran personas clave dentro de la organización, los procesos son monitoreados, controlados y revisados, y se evalúa con base en la rigurosidad con la cual se aplica el proceso. En este nivel de capacidad se asegura que las prácticas existentes se ejecuten a pesar de los contratiempos que se puedan presentar.

Un nivel 3 en un área proceso sucede cuando se alcanza un proceso organizacional estandarizado, el cual puede ser adaptado a las necesidades del proyecto. Los procesos del área u organización son entonces consistentemente definidos y aplicados.

Después de que el nivel 3 de capacidad es alcanzado, el mejoramiento se enfoca hacia el establecimiento de un alto nivel de *madurez* en los procesos del área o de la organización en cuestión, por ejemplo: Desempeño de Procesos Organizacionales, Gestión Cuantitativa de

Proyectos, Análisis y Resolución y Gestión de Desempeño Organizacional. El enfoque será entonces la maduración del ejercicio de esas áreas ya intervenidas. En esta etapa se emplean técnicas estadísticas y cuantitativas para el mejoramiento organizacional de proyectos, en pro de alcanzar los objetivos del negocio y de atraer otras áreas del negocio para que alcancen los niveles de capacidad 1, 2, 3 (como el área OPP y QPM). De esta manera, proyectos y organizaciones se alinean a esta visión de maduración y logro de los objetivos organizacionales.

Después de que las áreas de OPP y OPM alcancen el nivel 3 de capacidad, la organización puede continuar su mejoramiento, seleccionando áreas como la CAR o la OPM. De la misma manera, la organización analizará su desempeño a través de técnicas estadísticas y cuantitativas para determinar los déficits de desempeño e identificar y desplegar mejoras en los procesos y la tecnología, que contribuyan a nivelar la calidad y los objetivos de desempeño del proceso.

3.3.4 Niveles de madurez

Los niveles de madurez del modelo CMMI son: 1) Inicial; 2) Gestionado; 3) Definido; 4) Gestionado cuantitativamente y 5) Optimizado. Se puede evidenciar que los niveles de madurez 2 y 3 utilizan los mismos términos que los niveles de capacidad 2 y 3. Esta igualdad en la terminología fue intencional, ya que los conceptos de los niveles de madurez y los de los niveles de capacidad son complementarios. Los niveles de madurez se utilizan para caracterizar mejoras organizativas sobre un *conjunto* de áreas de proceso, y los niveles de capacidad se utilizan para caracterizar mejoras organizativas en un área de proceso *individual* (Ulibarri, 2012).

En el nivel 1 (Inicial), los procesos suelen ser caóticos, la organización por lo general no proporciona un entorno estable para soportar los cambios. El éxito de las organizaciones que se encuentran en nivel inicial, depende de la competencia y el empeño de las personas de la organización, más no del uso de procesos probados. En este nivel, las organizaciones a menudo producen los bienes y servicios esperados, sin embargo exceden el presupuesto y el calendario

estimado en sus planes, se caracterizan por una tendencia a sobre comprometerse o por abandonar sus procesos en un momento de crisis y ser incapaces de repetir sus éxitos.

En el nivel 2 (Gestionado), los proyectos han asegurado su planificación y ejecución de conformidad con la política de procesos. Los proyectos emplean a personas calificadas que tienen recursos suficientes para producir resultados controlados, involucran a las partes interesadas pertinentes, son monitoreados, controlados y revisados y se evalúan según la descripción de los procesos. La disciplina de proceso se refleja en el nivel de madurez 2, cuando se asegura que se mantienen las prácticas existentes aún en momentos de estrés, por lo tanto, los productos y servicios de trabajo satisfacen sus descripciones de procesos, normas y procedimientos.

En el nivel de madurez 3 (Definido), los procesos están bien caracterizados y entendidos, y se describen en las normas, procedimientos, herramientas y métodos. La organización establece procesos estándar, que se utilizan como base para establecer la coherencia en toda la organización. Los proyectos cuentan con procesos definidos mediante la adaptación en conjunto de procesos estándar de la organización, de acuerdo con las guías de adaptación.

Una distinción crítica entre los niveles de madurez 2 y 3 es el alcance de las normas, descripciones de procesos y procedimientos. En el nivel de madurez 2, las normas, descripciones de procesos y procedimientos, pueden ser muy diferentes en cada caso específico del proceso. En el nivel 3 de madurez, las normas, descripciones de procesos y procedimientos para un proyecto se adaptan desde el conjunto de procesos estándar de la organización para amoldarse a un determinado proyecto o unidad organizativa y por tanto, son más consistentes. También los procesos suelen ser descritos con más rigor que en el nivel de madurez 2, ya que en el nivel 3 se gestionan de manera más proactiva, mediante la comprensión de las interrelaciones de las actividades y las medidas detalladas del proceso, sus productos de trabajo y sus servicios.

Para el nivel de madurez 4 (Gestionado cuantitativamente), la organización y los proyectos deben establecer los objetivos cuantitativos para el desempeño de calidad y el

proceso, y los utilizan como criterios en la gestión de proyectos. Estos objetivos se basan en las necesidades del cliente, los usuarios finales, la organización y los ejecutores del proceso. En este nivel, una organización alcanza un estado de mejoramiento continuo en sus procesos, basados en una comprensión cuantitativa de sus objetivos de negocio y en las necesidades de rendimiento.

El nivel de madurez 5 (Optimizado) se centra en la mejora continua de procesos a través de acciones progresivas acumulativas, para tener innovación y mejoras tecnológicas. En este nivel son establecidos los objetivos organizacionales en cuanto a calidad y rendimiento, que se utilizan como criterios en la gestión de las mejoras de procesos. Esas mejoras se miden utilizando técnicas cuantitativas y se comparan con los objetivos de desempeño de calidad y rendimiento. Adicionalmente a los procesos definidos por proyecto, se hace uso de tecnología de apoyo, que sumado al análisis de los datos, identifica deficiencias o lagunas en el rendimiento.

Una distinción determinante entre los niveles de madurez 4 y 5 es el enfoque en la gestión y la mejora del desempeño organizacional. A nivel de madurez 4, la organización y los proyectos se centran en la comprensión y el control de rendimiento, a nivel de subproceso y el uso de los resultados de la gestión de proyectos. Mientras que en el nivel 5, la organización se preocupa por el desempeño general del área u organización, a partir de datos recogidos de múltiples proyectos.

3.4 Proyecto Tuning

El proyecto Tuning corresponde al trabajo de una red de comunidades de aprendizaje, conformada por académicos y estudiantes de diferentes regiones del mundo, inicialmente se conformó en el seno de la Unión Europea y gracias a sus buenos resultados se replicó en América Latina. Esta red comparte experiencias y propuestas sobre los perfiles académicos profesionales en diferentes disciplinas, por medio de reuniones y mesas de trabajo, dentro de las

cuales se ha generado una interacción que ha permitido establecer una metodología con pasos concretos y una perspectiva dinámica para conseguir la adaptación de los perfiles profesionales a los diferentes contextos. El objetivo de esta metodología Tuning (Contreras Véliz, 2013) es: “Construir titulaciones compatibles y comparables con niveles de calidad y excelencia, respetando la diversidad y características particulares de los países que integran la comunidad” (p. 10).

Esta técnica se ha desarrollado alrededor de tres ejes principales: el primero es el perfil de la titulación; el segundo es el programa de estudios y el tercero son las trayectorias del que aprende. Para el propósito de esta investigación, solo se abordará el primer eje, concerniente a la titulación.

Para el desarrollo de estas titulaciones es importante identificar las necesidades del sector productivo, la economía, los contextos socio-culturales, además de las necesidades de los alumnos en un área particular de estudio. En cuanto al perfil de la titulación, se deben determinar, tanto las competencias generales como las disciplinares, para ello, cada área temática de la comunidad prepara una lista de las competencias genéricas que se consideran relevantes en un área particular de la región. La tarea finaliza cuando el grupo ha discutido ampliamente y ha llegado a un consenso sobre una selección de las competencias que se consideran apropiadas a dicho contexto regional. Este ejercicio también se realiza con las competencias específicas, para definir a profundidad las competencias propias de cada disciplina.

A partir del año 2011 se ha implementado una nueva etapa en la que se formulan los denominados meta-perfiles del área. Estos corresponden a las representaciones de las estructuras de las disciplinas y las combinaciones de competencias, tanto generales como disciplinares, que dan identidad a cierta área disciplinar. El propósito de estos meta-perfiles es categorizar las competencias en componentes reconocibles, que reflejen sus interacciones, teniendo en cuenta las tendencias a futuro, tanto en el campo específico, como en la sociedad

en general. Para realizar la construcción de los meta-perfiles, el proyecto Tuning llevó a cabo entrevistas a profundidad, que incluían preguntas que llevaban a la simulación de los escenarios futuros de la sociedad e impacto.

3.4.1 Competencias para el profesional

Para el área de Informática, obtener un perfil de egreso con la metodología Tuning presenta dificultades particulares, pues la rápida evolución de las profesiones vinculadas a esta área hace que los conocimientos, los métodos y las técnicas estén sujetas a un cambio constante. En este sentido, cabe mencionar que en América Latina las carreras de Informática tienen denominaciones y tiempos de permanencia variados, en algunos países se llaman licenciatura, en otros, ingeniería, y además, presentan variaciones en su denominación, como: Sistemas, Informática, Computación, Ciencias Informáticas, Ciencias de la Computación, Redes Informáticas, entre otros. Los tiempos de duración de la carrera se encuentran entre 8 y 12 semestres.

Para el caso colombiano el currículo en Informática lo forman las áreas de Ciencias Básicas como Matemática, Física, Ciencias Económicas y Administrativas; Ingeniería Aplicada y un área de formación complementaria. Específicamente, se encuentran las materias de Programación, Tecnología, Procesos Empresariales, Manejo de la Información, entre otras. También existen electivas de profundización y especialización. En promedio, la duración de este programa es de diez semestres y los salarios varían dependiendo de la experiencia y el manejo de competencias tales como: manejar un segundo idioma, facilidad para integrarse y ser productivo en grupos de trabajo, capacidad de autoaprendizaje de nuevas tecnologías y teletrabajo.

Los resultados del proyecto Tuning han hecho importantes aportes al manejo de competencias laborales, para el caso del área de informática se lograron establecer las

competencias generales, disciplinares y con base en ellas el meta-perfil de un profesional en esta disciplina. A continuación se muestran de forma general estos resultados.

Tabla 3. Tuning: Competencias generales

Competencias Generales	
<i>Ejercicio de la profesión</i>	Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica
	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas
	Capacidad para aprender y actualizarse permanentemente
<i>Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión</i>	Capacidad de investigación
	Capacidad para organizar y planificar el tiempo
	Capacidad para formular y gestionar proyectos
	Capacidad de trabajo en equipo
	Habilidad para trabajar en contextos internacionales
	Capacidad de comunicación en un segundo idioma
<i>Responsabilidad social</i>	Compromiso ético
	Responsabilidad social y compromiso ciudadano
	Compromiso con la preservación del medio ambiente
	Compromiso con su medio socio-cultural
	Valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad

Elaboración Propia. *Fuente:* (Contreras V, 2013)

Tabla 4. Tuning: Competencias disciplinares

Competencias Disciplinares	
<i>Fundamentos de Informática</i>	Aplicar el conocimiento de ciencias de la computación, de tecnologías de la información y de las organizaciones, para desarrollar soluciones informáticas
	Aplicar el enfoque sistémico en el análisis y la resolución de problemas.
<i>Gestión y liderazgo</i>	Desempeñar diferentes roles en proyectos informáticos, en contextos multidisciplinares y multiculturales, tanto locales como globalizados.
	Asimilar los cambios tecnológicos y sociales emergentes

	Comprender y aplicar los conceptos éticos, legales, económicos y financieros en la toma de decisiones y en la gestión de proyectos informáticos
<i>Área de innovación</i>	Identificar oportunidades para mejorar el desempeño de las organizaciones a través del uso eficiente y eficaz de soluciones informáticas
<i>Área de calidad</i>	Concebir, diseñar, desarrollar y operar soluciones informáticas basándose en principios de ingeniería y estándares de calidad
	Aplicar estándares de calidad en el desarrollo y evaluación de soluciones informáticas

Elaboración Propia. *Fuente:* (Contreras V, 2013)

3.4.2 *Meta-perfil del profesional en el área de sistemas*

El meta-perfil para el área Informática del proyecto Tuning América Latina es resultado de un esfuerzo colaborativo, con un porcentaje de representatividad del 81% de los países latinoamericanos (excepto Venezuela y Argentina), en el que se establece el perfil del egresado, lo cual constituye un paso concreto hacia la concordancia curricular del área Informática en América Latina. Esto tiene grandes ventajas como la ampliación y diversificación de la oferta educativa, hace más fácil la identificación de aprendizajes y conocimientos adquiridos en instituciones y países, para motivar la movilidad internacional y las relaciones interinstitucionales, además de constituir un referente para la actualización.

Con relación a las estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación recomendadas por este grupo de académicos en la formación de competencias, se destacan las metodologías de enseñanza para el aprendizaje activo colaborativo, particularmente los estudios y discusión de casos, el aprendizaje basado en la resolución de problemas y el aprendizaje con base en proyectos.

El meta-perfil propuesto por Tuning a partir de las competencias genéricas y disciplinares seleccionadas para el área de Informática es:

El profesional informático latinoamericano aporta al desarrollo de la sociedad y de las organizaciones donde participa, con las capacidades y habilidades que le confieren sus conocimientos de computación, de tecnologías de la información, de sistemas y de organizaciones, sumadas a una formación integral, sustentada en la ética profesional, la responsabilidad social y el compromiso con la calidad.

Aplica sus conocimientos con un alto nivel de abstracción, lo que le permite identificar, plantear y resolver problemas, aportando soluciones fundamentadas en las ciencias de la computación y las tecnologías de la información. Asimismo, se distingue por su capacidad para investigar y aprender nuevos enfoques, técnicas y paradigmas de la disciplina, actualizando y ampliando sus conocimientos y habilidades prácticas permanentemente.

El profesional de la Informática está preparado para integrar equipos multidisciplinarios y multiculturales, y trabajar en contextos nacionales e internacionales, en los cuales asume con liderazgo diferentes roles de la profesión. Es capaz de formular y gestionar proyectos a través de la organización y planificación de los recursos necesarios para acometerlos. Desarrolla soluciones eficaces e innovadoras aplicando conocimientos de las ciencias de la computación, de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, y del comportamiento organizacional, junto a principios de Ingeniería y estándares de calidad.

El profesional de la Informática actúa bajo preceptos éticos bien establecidos y respeta el marco legal y socio-cultural en que desenvuelve su actividad profesional. Está consciente de su responsabilidad con la sociedad y del compromiso que asume con la necesidad de preservar el medio ambiente.

(Contreras Véliz, 2013. p, 48)

Ahora bien, sobre los escenarios previstos a futuro, estos expertos consideran que internet se continuará asegurando como infraestructura principal de trabajo colaborativo y de negocios. Adicionalmente, se prevé la ampliación del desempeño profesional en una sociedad cada vez más integrada y sin fronteras. Los ámbitos social, político y económico, seguirán siendo complejos e impredecibles, con especial preocupación sobre los recursos básicos y de energía,

y esta área continuará teniendo un protagonismo muy importante en los cambios que necesitan las organizaciones para actuar regional y globalmente.

Entonces, es importante que los profesionales de la informática actualicen y amplíen sus conocimientos y competencias constantemente, para adaptarse a los ambientes dinámicos y complejos que caracterizan el mundo actual, dado que las fronteras en las comunicaciones se están desvaneciendo y, más aún en esta área, los profesionales deben prepararse para ejercer en cualquier punto de la geografía, este es uno de los desafíos que tienen las instituciones para la formación en esta disciplina.

4 Diseño metodológico

En este capítulo se presenta el enfoque metodológico, el método y las técnicas utilizadas para desarrollar la investigación. Esto supone también la descripción de estas técnicas (o herramientas) para capturar la información, que permiten abordar el problema de investigación y una aproximación a la forma en que dicha información se desagregó para alcanzar los objetivos específicos de este trabajo. Así mismo, se detallan las técnicas en cuanto a su estructura, aplicabilidad y pertinencia.

Esta investigación tiene un enfoque fundamentalmente cualitativo de corte deductivo (Briones, 2003). Se realiza un proceso de observación, clasificación y asociación (Carlile, 2005), con el fin de comparar la estructura de cargos en el área de TI de las empresas objeto de esta investigación. Siguiendo estos parámetros, se organizó la información obtenida para clasificar los patrones comunes de estas empresas, caracterizar una estructura de perfiles de cargo y evaluar las competencias en cargos estratégicos de tres grandes empresas de la Industria de Software en Colombia (Glaser, 1967).

El método de esta investigación es el estudio de caso (Eisenhard, 1989) (Yin, 1984), el cual corresponde a una estrategia que se enfoca en entender las dinámicas que se presentan dentro de determinadas condiciones, además de permitir relacionar teorías y estudios anteriores con la realidad empírica, en este caso, de los perfiles de cargo del área de TI desde la perspectiva de la gestión por competencias, de forma válida, relevante y verificable.

Los formatos de recolección de información de esta investigación son de elaboración propia, su propósito es el de inducir al entrevistado a reconocer a través de los datos cuantitativos y cualitativos factores comprobables y empíricamente válidos (Eisenhard, 1989). Así mismo, tomando en consideración la “investigación de estudios de caso”; un caso de estudio puede involucrar uno o varios casos y diferentes niveles de análisis (Yin, 1984), se realizó una muestra de algunas empresas representativas del sector para identificar las competencias comunes que

requieren para los Profesionales en Sistemas, la ponderación que le dan a las competencias propuestas por otras investigaciones como el Proyecto Tunning America Latina y la aplicación del Análisis Funcional, como metodología para la definición de perfiles de cargo para los cargos generales encontrados en estas organizaciones.

4.1 Estudio de caso: CMMI-5 en Colombia

Las empresas que han alcanzado el nivel CMMI-5 son organizaciones especializadas en ofrecer servicios de TI en el mercado nacional, regional e internacional. Su propósito es el de proveer soluciones de negocio a sus clientes a través de herramientas de software de alta calidad, por ello se encuentran dentro de sus principales clientes organizaciones del sector bancario, petrolero, consultor, de logística, entre otros. Por tratarse de empresas que prestan sus servicios en el exterior, la certificación CMMI constituye una referencia esencial para ser reconocidos.

En Colombia, para finales de 2014, cuarenta y ocho empresas estaban certificadas con nivel tres en el rango del CMMI, y *solo nueve empresas se encontraban certificadas en CMMI-5*: Tata Consultancy Services Limited, TECNOCOM, Productora de Software (PSL S.A.), PersonalSoft S.A.S., MVM Ingeniería de Software S.A., InterGrupo WebServices S.A.S., International Business Machines (IBM), Heinsohn Business Technology S.A. y Asesores de Sistemas Especializados en Software (Asesoftware S.A.S.). Para aplicar el estudio de caso se tomaron como referencia las empresas certificadas en nivel 5, dejando de lado las empresas de carácter global IBM y Tata Consultancy, dada su complejidad en la estructura organizacional y el alto esquema de confidencialidad de la información que las hace de difícil acceso. Por otro lado, la empresa TECNOCOM, con casa matriz en España, centra su operación en Colombia en el suministro de infraestructura para telecomunicaciones, por tanto, no aplicaría sobre ella un

análisis de los cargos en desarrollo de software en este país, ya que éstos no se ejercen directamente desde territorio colombiano.

En consecuencia, la muestra se realizó sobre seis empresas, y se logró la colaboración con tres de ellas, que representan el 50% del total de la base de empresas colombianas que se consideraron aptas para este estudio y que resultan representativas en el conjunto de organizaciones que poseen una calificación CMMI en su nivel más alto. De estas tres organizaciones, dos se encuentran ubicadas en la ciudad de Medellín y una en Bogotá. Sus nombres no serán revelados por solicitud expresa de las organizaciones, en concordancia con sus políticas corporativas, para tal fin se les ha asignado las letras A, B y C, con las cuales se les designará en adelante. En tal virtud, esta muestra resulta suficiente para alcanzar los propósitos de la investigación: comparar sus competencias, reconocer en cuáles se sustenta su esfuerzo por alcanzar el nivel 5 en el modelo del SEI y comparar la valoración que les dan a las competencias académicas propuestas por el Proyecto Tuning América Latina.

4.2 Recolección y análisis de información

Para reunir parte de la información se ha utilizado la técnica de la entrevista (Mayer, 1991), realizada con las personas encargadas del proceso de implementación del modelo de Capacidad y Madurez, en colaboración con el área de Recurso Humano de cada compañía. Esto con el fin de conocer su experiencia específica respecto a la certificación, las competencias laborales requeridas por los trabajadores del área de TI y la evaluación de las competencias propuestas en el proyecto Tuning América Latina para el área de Informática.

Estas tres empresas trabajan actualmente para clientes tanto nacionales como internacionales, cuentan con una nómina entre 270 y 500 profesionales, tienen entre 20 y 30 años de experiencia con clientes pertenecientes a diversidad de sectores de la industria: Banca,

Manufactura, Educación, Mercadeo, Retail, HelpDesk, Petroleo y Salud. La entrevista como instrumento de recolección de información corresponde a un método de investigación científico que utiliza la comunicación verbal para recoger informaciones en relación con un tema determinado (Aktouf, 1992). Para esta investigación se aplicaron dos formatos donde se plasmó la información necesaria, pero además, se tomó nota de los aspectos relevantes que el entrevistado agregó en el transcurso de la entrevista. Por lo tanto, se trató de una entrevista con orientación flexible, centrada, delimitada por un tema, pero donde el entrevistado tuvo la posibilidad de agregar lo que, a su juicio, consideraba importante.

Las entrevistas fueron realizadas con los Directores de Calidad y las personas encargadas del proceso de certificación del CMMI5. Se realizaron dos citas con cada una de las empresas, la primera con el fin de hacer la aplicación del formato de Presentación y la segunda, como entrevista sobre el diligenciamiento del formato de Profundización enviado previamente por correo electrónico. Cada cita con una duración aproximada de 1 hora y 15 minutos; Sin embargo, estas personas adicionalmente consultaron con el área de Recursos Humanos y con los Profesionales en Sistemas sobre las diferentes preguntas establecidas en este formato como son: las competencias requeridas por la empresa para cada uno de los roles laborales y como estas se habían afianzado o adquirido nuevas competencias en el proceso de certificación CMMI. Esta segunda entrevista tiene como propósito profundizar en la información suministrada en la aplicación de la segunda herramienta (López Estrada, 2011). Sobre esta información, se realizó la correspondiente clasificación de los datos, tanto cuantitativos como cualitativos, que dan cuerpo al desarrollo de la metodología del Análisis Funcional, la cual determina los perfiles de cargo por competencias para los roles estratégicos del área.

Paralelamente se analiza esta información para reconocer los patrones transversales comunes entre estas organizaciones, estos patrones resultan ser la base para la elaboración del esquema de cargos por competencias, objetivo principal de esta investigación. Así mismo, y

gracias a la colaboración de estas organizaciones se accedió a los manuales de funciones, lo que permitió reconocer los 3 roles laborales esenciales de estas reconocidas empresas.

Los formatos de recolección de información tienen información fundamental de estas organizaciones, el primero, denominado *Presentación*, relacionado con las generalidades de la compañía, las certificaciones de calidad obtenidas, la estructura organizacional, la gestión del recurso humano por competencias, entre otros aspectos. El segundo es el formato de *Profundización*, donde se identificaron aspectos sobre el proceso de certificación, antes y después de CMMI, en cuanto a competencias generales y disciplinares, evaluación de las competencias plasmadas en el estudio Tuning América Latina y las preguntas de suministro para el Análisis Funcional en sus pasos 5 al 9.

4.2.1 *Formatos de levantamiento de información:*

Los formatos de levantamiento son el insumo para contar con la información para el desarrollo de los objetivos general y específicos (ver Anexo digital 2). De esta manera, el Formato I corresponde a: 1) las preguntas 1 a 12 a la descripción general de la organización; 2) las preguntas 13 y 14 contienen información sobre otras certificaciones que tienen estas empresas y 3) las preguntas posteriores tratan acerca de su misión y qué clase de servicios prestan estas organizaciones.

El Formato II está diseñado para desarrollar los objetivos específicos del estudio. A continuación se relacionan los objetivos y las preguntas de cada formato que les corresponden.

Tabla 5. Objetivos y preguntas de los formularios de levantamiento de información

Objetivo	Preguntas Formato I	Preguntas Formato II
Analizar tres organizaciones desarrolladoras de software en Colombia, identificando las ventajas que conlleva la obtención de la certificación CMMI-5.		8

Objetivo	Preguntas Formato I	Preguntas Formato II
Describir los perfiles de cargo del área de TI en tres organizaciones colombianas certificadas con CMMI-5, por medio de la herramienta de Análisis Funcional.	15, 16, 18, 21 y 22	6, 7, 9-12
Identificar las competencias desarrolladas por los trabajadores del área de TI, que influyen en la obtención de la certificación CMMI-5.		10-19
Comparar un esquema de perfiles de cargo basado en el análisis de las competencias laborales de estas organizaciones en relación con los resultados del estudio Tuning Latinoamérica.		1-3, 20

Fuente: *Elaboración propia*

El primer objetivo resume las ventajas expresadas por las personas entrevistadas para las tres empresas en cuanto a su desempeño como organización y las características adquiridas que las hace más competitivas con respecto a las demás organizaciones del mercado en contextos nacionales e internacionales, al llegar a certificarse como CMMI 5. Para el segundo objetivo, se realiza con rigurosidad la aplicación de los pasos propuestos por la metodología del Análisis Funcional del cual derivan los mapas funcionales y el insumo de los perfiles de cargo para tres roles generales que son identificados en el proceso.

El tercer objetivo es el resultado del paralelo pedido a estas organizaciones entre las competencias que tenían sus profesionales y las que tuvieron que ser desarrolladas o afianzadas para la obtención de la certificación, haciendo un análisis transversal de las competencias comunes desarrolladas en las tres organizaciones. Por último, el resultado del cuarto objetivo surge de la ponderación que le dan estas empresas a las competencias establecidas en el estudio Tuning América Latina, para comprobar la validez en estas organizaciones, del estudio ya realizado por la OIT y Cinterfor. Determinar cuáles competencias tienen relevancia a la hora de certificarse en el modelo propuesto por el SEI.

4.3 Análisis Funcional

Tal como se explicó anteriormente, la herramienta metodológica del Análisis Funcional es un recurso para conocer los perfiles de cargo de los roles en el área de TI en las organizaciones, que se desarrolla a través de cada uno de los pasos propuestos por el modelo (descritos en el Marco teórico). Así, con la ejecución de los pasos aplicados a la muestra seleccionada de las empresas, se avanza hacia la construcción del mapa funcional, tal y como se describe en la Tabla 6.

Tabla 6. Pasos del Análisis Funcional

	Descripción de los pasos del Análisis Funcional
Paso 1	Selección de las empresas de Software en Colombia que se consideran más competitivas en el mercado, dado que han sido certificadas con el más alto nivel de madurez y capacidad en sus procesos de desarrollo de software.
Paso 2	Selección de tres empresas de este grupo, que representan el 50% del total seleccionado como apto para la investigación. La finalidad es estudiar los roles ocupacionales clave pertenecientes al área de TI en esas tres empresas.
Paso 3	Obtención del propósito clave para cada organización a través de su misión y posteriormente el respectivo desglose que propone la metodología.
Paso 4	Delimitación del estudio al área de TI, como eje fundamental de la organización, debido a que gracias a ella se logró la certificación CMMI-5.
Paso 5	Identificación de la Estructura de perfiles de cargo del área de TI y sus roles críticos: directivo, técnico administrativo y analista.
Paso 6	Entrevista a la persona encargada de aseguramiento de la calidad, a quien se consultó sobre los roles críticos mencionados, las acciones que realiza, sus resultados y los criterios por los cuales se rige ahora que tienen la certificación CMMI-5.
Paso 7	Reconstrucción de un conjunto de acciones para cada rol enfocadas al cumplimiento de la misión organizacional, denominado Unidades de Competencia.
Paso 8	Reconstrucción de los elementos de competencia, que se agruparon en competencias específicas, en concordancia con el propósito clave de la empresa.

Descripción de los pasos del Análisis Funcional	
Paso 9	Determinación de las competencias y cómo se pueden evidenciar, según los roles mencionados, para que los procedimientos del área estén de acuerdo con el modelo CMMI-5.

Fuente: *Elaboración Propia (Cinterfor)*.

El producto de este análisis corresponde a la construcción del mapa funcional, el cual se describe en detalle en el siguiente capítulo.

5 Estructura de perfiles de cargo en las empresas con certificación CMMI-5

Este capítulo presenta el desarrollo del estudio para las tres empresas seleccionadas de la Industria de Software en Colombia, en cumplimiento de los objetivos específicos. Primero se muestran las ventajas de la obtención de la certificación para las organizaciones, en segundo lugar se identifican las competencias que desarrollaron los profesionales en TI en el marco de la obtención de la certificación CMMI-5. En tercer lugar, se presenta el desarrollo del Análisis Funcional que incluye los mapas funcionales y los perfiles de cargo, y por último, la relación del estudio Tuning respecto a las competencias relevantes para las empresas en la reestructuración de sus procesos, para cumplir con los requerimientos de las guías del CMMI.

5.1 Ventajas de la obtención de la certificación CMMI-5

El presente literal desarrolla las actividades para el cumplimiento del primer objetivo específico de este estudio, centra su análisis en responder a la siguiente pregunta: ¿qué ventajas representa la adopción de CMMI-5 para las organizaciones?

En respuesta a la pregunta, que fue formulada a los responsables del área de Recurso Humano, en particular al director de la sección de calidad de software, acerca de cuáles son las actividades en las que se presenta un mejoramiento a partir de la implementación de los cambios requeridos para la obtención de la certificación CMMI-5, se origina el siguiente análisis.

Las organizaciones desarrolladoras de software que han alcanzado el nivel 5 en el modelo CMMI sin duda han ajustado sus actividades e incorporado herramientas y prácticas que los diferencian de aquellas que no conocen el modelo o que están en proceso de calificación. Como muestra de estas características se ofrecen los siguientes cuadros comparativos (por empresa) que resumen las prácticas antes de CMMI-5 y las prácticas por las cuales fueron sustituidas.

Tabla 7. Actividades mejoradas en la Organización A

Actividad	Antes de CMMI-5	Para obtener CMMI-5
Monitoreo y control de proyectos	No se tenía un panorama claro del futuro del proyecto según sus resultados.	Aplicación de modelos de predicción en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software, tomando como base los resultados presentes. A partir de ahí, se basa la toma de decisiones en dichas predicciones.
Análisis de problemas	Análisis subjetivo y cualitativo de los problemas evidenciados en los proyectos y en las áreas de la organización.	Análisis de causas para identificar la raíz de los problemas, basados en información cuantitativa y sobre datos objetivos.
Control cuantitativo de procesos	Control de los procesos a través de indicadores, sin uso de modelos estadísticos para evaluar su desempeño.	Definición de los procesos críticos de la organización y establecimiento de las líneas base de desempeño, a través del control estadístico y de la definición de objetivos de mejoramiento.
Incorporación de mejoras e innovaciones	Selección de mejoras de manera subjetiva y sin análisis profundo de su impacto organizacional.	Análisis y priorización de las mejoras e innovaciones, basado en su alineación con los objetivos de negocio y el desempeño de los procesos.

En la empresa A los cambios sustanciales para la obtención de la certificación CMMI-5 se han dado a través de las actividades de: monitoreo y control de proyectos; análisis de problemas en las soluciones de software; control cuantitativo de los procesos e incorporación de mejoras e innovaciones. En cuanto al monitoreo y control de proyectos hubo un cambio importante, dado que anteriormente no se contaba con un panorama claro sobre el resultado y el desarrollo de un proyecto, para ello ahora se aplican modelos de predicción en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de software, tomando como base los resultados presentes, situación que ha contribuido a mejorar la toma de decisiones.

La segunda actividad mejorada por el modelo CMMI es el análisis de problemas. Previamente se realizaba a través de parámetros subjetivos y cualitativos de los problemas evidenciados, sin embargo, con la implementación del modelo, este análisis considera las causas e identifica la raíz de los problemas por medio de información cuantitativa y sobre datos objetivos.

Por otra parte, el control de procesos anterior a CMMI se hacía a través de indicadores, pero sin usar modelos estadísticos que evidenciaran un resultado equivalente a la realidad, por lo tanto, se definieron procesos críticos de la organización y se establecieron las líneas base de desempeño a través del control estadístico y de la definición de objetivos de mejoramiento.

De igual manera, el mejoramiento en innovación, se da a través del análisis y priorización de actividades que resultan innovadoras, por medio de la alineación con los objetivos de negocio y el desempeño de los procesos.

Tabla 8. Actividades mejoradas en la Organización B

Actividad	Antes de CMMI-5	Para obtener CMMI-5
Control de defectos de software	Manual	Herramienta <i>Bug Tracker</i>
Estimación de software	Método del experto	Métodos alternos más formales (Cocomo: Puntos de función, Puntos de historia de usuario), uso de datos estadísticos y <i>baselines</i> .
Monitoreo de proyectos	Basado en reuniones	Complementado con control estadístico

Dentro de los cambios más representativos que enuncia la empresa B, para lograr la certificación CMMI-5, se encuentran las actividades de: control de defectos de software, estimación de software y monitoreo de proyectos. El control de defectos de software anteriormente se administraba a través de un manual, posteriormente para alcanzar el nivel 5, la organización implementó la herramienta *Bug Tracking System*, que es una herramienta sistemática de seguimiento de incidentes.

Así mismo, la estimación del software se realizaba a través del denominado método del experto (estimación emitida por un profesional con la experiencia necesaria que daba su opinión), con el cual se corrían los riesgos de depender en gran medida de su criterio y de la posibilidad de que el experto abandonara el proyecto en cualquier momento. Para suprimir este riesgo, fue

necesario acudir a métodos más formales tales como: el Modelo Constructivo de Costos (COCOMO), los Puntos de función, las Historias de usuario y los *baselines*.

El COCOMO hace referencia a datos empíricos para hacer estimaciones matemáticas de los costos de software. Los Puntos de función son una metodología utilizada para medir esfuerzos y costos de todas las actividades del ciclo de vida del software, cuyas estimaciones se basan en el valor del tamaño del desarrollo de software y el valor de la productividad, obteniendo el resultado del esfuerzo del proyecto en unidades de tiempo. Al aplicar los Puntos de función, los requisitos funcionales de usuario son clasificados en Componentes Funcionales Básicos (BFC), de tal manera que las funcionalidades que no se encontraban especificadas en los requerimientos iniciales se logran determinar más fácilmente y se controla el alcance del proyecto.

Las Historias de usuario, son una técnica que indica, de forma numérica (con puntos), el tamaño del trabajo a realizar o realizado. La suma de los puntos de historia de todas las historias de usuario a desarrollar arroja como resultado una estimación del tamaño total del proyecto. También, esta empresa alimenta y consulta frecuentemente datos estadísticos y *baselines* (o planes de ejecución) aprobados por el área de gestión de proyectos PMO.

Por último, otra actividad modificada para llegar al nivel 5 fue el monitoreo de proyectos, que anteriormente se encontraba basado en realización de reuniones, actualmente se complementa con el control estadístico a través de un *Project Manager* (PM), quien lleva las ponderaciones del avance de los proyectos con rigurosidad.

Tabla 9. Actividades mejoradas en la Organización C

Actividad	Antes de ser CMMI-5	Para obtener CMMI-5
Control de proyectos a través de herramientas cuantitativas	El control de proyectos no contaba con herramientas claras para su control	Control de proyectos a través de información cuantitativa y datos confiables
Control cuantitativo de procesos incluyendo su planeación	No se utilizaban métodos de análisis de proyectos, como lo	Definición de los procesos, establecimiento de las <i>baselines</i> y logros

	recomiendan las guías de CMMI	de mejoramiento según experiencias anteriores
Manejo de defectos	Opciones de mejora desde lo subjetivo y por medio del manual de corrección de errores	Análisis profundo de la situación a través de herramientas cuantitativas más confiables

La empresa C logró un desarrollo en las actividades de control de proyectos, de procesos y manejo de defectos, principalmente a través del uso de herramientas tecnológicas que hacen más preciso el reconocimiento de errores, el control en la planeación y la ejecución de los proyectos.

Según la percepción de las personas entrevistadas en cada una de estas empresas, las ventajas de mejorar sus procesos, a través de las guías del CMMI, se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Mayor conocimiento sobre la ejecución de proyectos desde la Gerencia, la Dirección y los coordinadores del área de TI. Ellos reconocen el estado de los proyectos a través de la recolección de datos aportados por la asimilación de nuevas prácticas, y como consecuencia, los colaboradores conocen su responsabilidad y los resultados que deben lograr en los proyectos de los cuales hacen parte, además de contar con información confiable y verificable acerca de la responsabilidad que les ha sido asignada.
2. Se llevan a cabo mejores planes de ejecución de proyectos, de acuerdo con una visión más realista y con monitoreo permanente, logrando tener un mayor reconocimiento de lo que se puede entregar a los clientes.
3. Se minimizan los reprocesos, dado que la toma de decisiones se hace desde una perspectiva objetiva, con el uso de información cuantitativa para el seguimiento de los proyectos, para la detección oportuna de errores y para la comunicación efectiva entre roles.
4. Todo esto también repercute en la calidad del producto que se entrega a los clientes, pues se logra: una mejor interpretación de los requerimientos; detección de errores de forma más rápida; el uso de prácticas vanguardistas de ingeniería de software, así como una planeación y seguimiento preciso; también se fortalece la selección y capacitación de los profesionales en Ingeniería de Sistemas. De

esta forma, la organización conoce más acerca de lo que puede realizar y cómo lo va a hacer, y los clientes están al tanto de cómo va el proyecto e incluso se involucran positivamente al reconocer que la organización satisface sus necesidades y las supera.

5. Dos de las tres organizaciones mencionaron libremente que existe un ambiente laboral muy agradable, gracias a que el trabajo se realiza de forma más ordenada y existe una mayor participación de los trabajadores en la implementación de las nuevas prácticas, lo cual representa un beneficio para el recurso humano.
6. Este tipo de organizaciones gestionan su conocimiento de una forma enriquecedora, que incide en el logro de los objetivos estratégicos, de todo esto hacen parte las métricas, los planes, los proyectos, las capacitaciones, las lecciones aprendidas, etcétera. Lo anterior también contribuye a generar sinergia dentro de la organización, su misión y la forma en que cada colaborador participa y aporta al logro de las metas planteadas por la organización.

5.2 Competencias desarrolladas en los profesionales TI para CMMI-5

Como resultado de las entrevistas realizadas a los expertos en estas tres organizaciones, se ha evidenciado que existen unas competencias comunes sobre las cuales todo el equipo de profesionales del área de TI ha trabajado para llegar a cumplir con los estándares del modelo CMMI. A continuación se encuentra un análisis transversal, realizado para lograr reconocer estas competencias.

Aunque las competencias laborales son un grupo de capacidades complejas que se interrelacionan, que son producto de un desarrollo conjunto, es posible identificar aquellas competencias que resultan esenciales y diferenciadoras en el momento de orientarse hacia un objetivo específico. En este caso, las empresas que se han consolidado sobre las guías del modelo CMMI, reconocen que dentro de su área de TI deben hacer modificaciones y ajustes que correspondan con la aplicación de las propuestas del modelo en pro de la calidad. Tales ajustes se ven reflejados en competencias clave, que refuerzan las actividades propias de esta área con unos componentes diferenciadores.

A continuación se expondrán tres competencias, altamente ponderadas por las empresas participantes, que representan las actividades que deben ser reforzadas. Son competencias a las cuales se debe prestar atención especial, pues constituyen herramientas fundamentales para la configuración del área de TI y se logran por medio de los trabajadores en sus diferentes roles. La primera está orientada al seguimiento de la metodología, como base de la madurez propuesta en el modelo. La segunda, refuerza el cumplimiento y el seguimiento de tareas con apoyo de documentos que permiten evaluaciones objetivas. La tercera, aborda ciertas actividades orientadas a comunicarse con el cliente de forma efectiva sin descuidar el rigor.

1. Adoptar las metodologías; las normas de calidad y estándares de programación y desarrollo; las técnicas y metodologías de prueba para el sistema y el producto final e implementarlas.
2. Velar porque los objetivos, metas, etapas, y tareas del proyecto se cumplan de acuerdo con lo planeado. Diseñar y administrar los documentos de control y seguimiento del proyecto.
3. Levantar, compilar y sistematizar la información de los procesos y actividades involucradas en la solución informática, con base en técnicas y procedimientos de entrevistas, documentos y en la observación, en comunicación directa con los usuarios de la empresa contratante.

Es menester, de la organización en general y del área de TI en particular, adoptar competencias en cuanto al seguimiento y verificación de resultados que, como se describe en el objetivo anterior de este estudio, emplean herramientas de tipo cuantitativo, las cuales se deben entender y aplicar con exactitud. En este mismo sentido de la rigurosidad, es claro que el manejo del recurso tiempo se hace imprescindible, así la planeación, el cumplimiento y el seguimiento de los objetivos se convierten en variables clave para obtener y mantener la calificación CMMI-5.

Por otra parte, es necesario desarrollar al máximo la capacidad de liderar el trabajo en equipo, esto quiere decir: actuar no solo como líder en solitario, sino saber armonizar con aquellos que se encuentran involucrados. Para generar una labor exitosa, junto con esta

sincronización, es necesario observar el cumplimiento de las etapas del proyecto de acuerdo con lo planeado, siguiendo los documentos de control. Esto permitirá una sinergia enmarcada en labores determinadas y documentos preestablecidos, así se facilitará la interacción sin perder la objetividad.

De igual manera, existen ciertas prácticas que requieren de competencias especiales para construir una comunicación positiva con los usuarios, comunicación que sirvan para el desarrollo de la solución de software, que se adapten a la necesidad, la satisfagan y, en lo posible, excedan la expectativa del cliente. Para tal fin, es importante que las personas encargadas de tal rol actúen como articuladores del negocio, que hagan uso de sus capacidades propositivas, sin descuidar la línea de visualización del negocio, es decir, estas personas deben contar con la capacidad de seguir un norte dado, sin perder de vista las oportunidades y las limitaciones. En este sentido, es determinante la combinación de las capacidades evaluativa y comunicativa, que les permitan a las personas encargadas ser oportunas al identificar una falla, expresarla y de ser posible proponer alternativas. Esta flexibilidad en la comunicación con el cliente hace que el trabajador sea asertivo y que sepa ajustar una práctica cuando fuere necesario.

La aplicación de estas competencias, en cada rol, hacen que el modelo de CMMI haya podido ser una realidad para estas empresas. Pues le aporta una rigurosidad a todos los procesos del área de TI y a partir de dichas competencias es posible que se den las ventajas mencionadas en el apartado anterior de este capítulo.

5.3 Descripción de los perfiles de cargo por medio del Análisis Funcional

Para el desarrollo del Análisis Funcional, como se mencionó en la justificación, existe un número amplio de empresas que hacen desarrollo de software, sin embargo las empresas de mayor tamaño se han organizado para ser representadas ante el Gobierno y para concretar

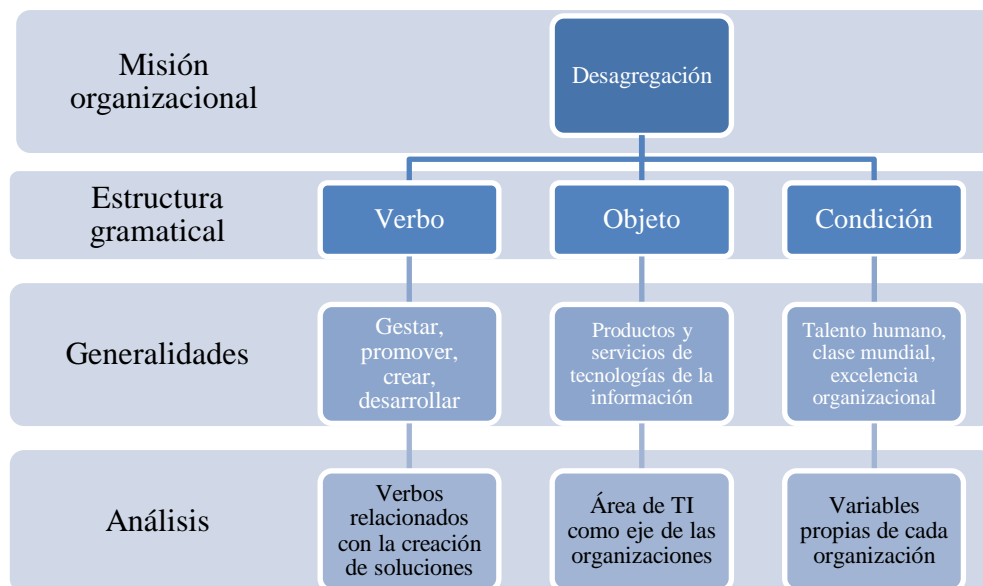
esfuerzos encaminados a su fortalecimiento y continuo desarrollo a través de Fedesoft. Entre estas 244 empresas asociadas, para agosto de 2014, 48 empresas se encontraban en nivel 3 de los niveles de escalamiento del CMMI y 9 empresas se encontraban en nivel 5. Estas últimas son las empresas sobre las que se realiza el presente Análisis Funcional, el cual es una referencia para los profesionales en general que desean adquirir competencias en el área de Ingeniería de Sistemas. En esta selección de empresas con certificación CMMI-5, se da cumplimiento al paso 1 de la metodología.

En el paso dos se definen las organizaciones donde se va a realizar el análisis, que en este caso son tres empresas que comprende el 50% del total de las empresas certificadas del orden nacional que tienen la certificación CMMI-5 descartando las empresas globales IBM, Tata Consultancy y TecnoCom que por su complejidad o por no desarrollar software en Colombia, se encuentran por fuera de la muestra. Las organizaciones seleccionadas representan un porcentaje significativo para la construcción del esquema de perfiles de cargo que persigue esta investigación, en estas empresas trabajan de 200 a 500 personas en cada una de ellas y el mayor número de colaboradores se encuentra concentrado en el área de TI.

Dentro del paso 3 de la metodología se revisaron las misiones organizacionales de las tres empresas, la metodología propone que se desagregue según los verbos, el objeto y las condiciones establecidas en estas misiones.

De esta manera los **verbos** que se encontraron en estas misiones son los de gestar, promover, crear y desarrollar. En el **objeto** se encuentra que son productos y servicios de TI, con las **condiciones** de talento humano de clase mundial, con excelencia organizacional.

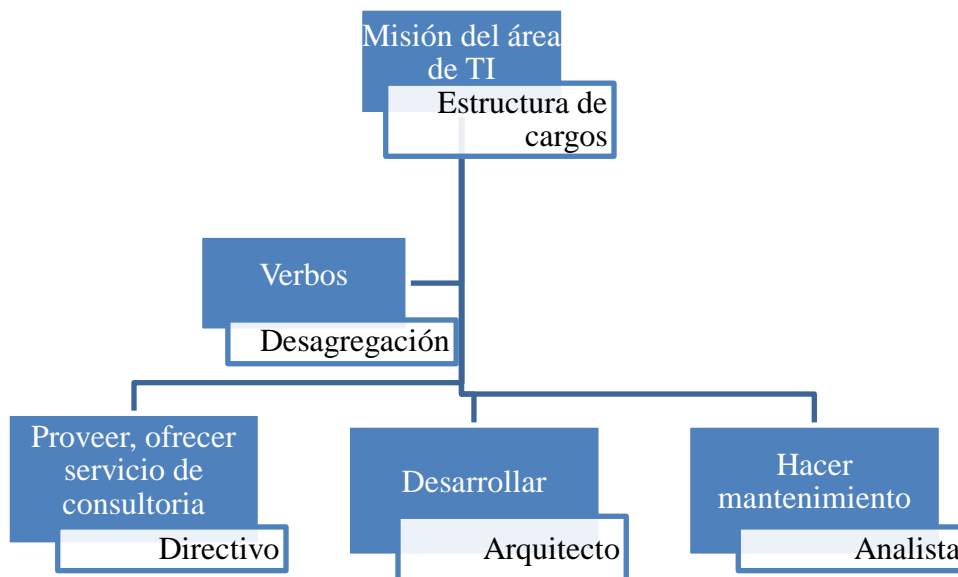
Gráfica 1. Paso 3 Análisis Funcional

Fuente: *Elaboración propia*

Para el paso 4 de la metodología, se puede observar que hay otras áreas transversales y de apoyo necesarias para el desarrollo de la misión organizacional como lo son: Finanzas y Administración, Gestión Humana, Aseguramiento de Calidad, Área Comercial, entre otras. Pero, se evidencia que el área eje para el éxito de estas organizaciones es el área operativa, donde se realiza la construcción de software, que es a su vez el área central de este estudio y sobre la cual se va a focalizar el Análisis Funcional. También se identifica que todos los verbos utilizados en el propósito del área de TI de estas organizaciones tienen que ver con: gestar, promover y desarrollar soluciones de tecnología, para las empresas cliente, con productos y servicios de tecnología de información, misión que se desarrolla principalmente en el área de TI.

En el paso 5 se identificaron los roles laborales críticos del área de TI, dentro del gran número de cargos específicos en cada organización, en general, todas tienen 3 grandes cargos que determinan el desarrollo de competencias específicas de los profesionales (Ver Anexo digital 2). Estos tres cargos son: el directivo, el cargo de arquitecto y el cargo de analista.

Gráfica 2. Pasos 4 y 5 Análisis Funcional



Fuente: *Elaboración propia*

A partir de la identificación de estos cargos, a continuación se muestra el mapa funcional para cada uno de ellos, en donde se refleja la aplicación de los pasos 6, 7 y 8 que corresponden al análisis de las funciones de los cargos, las actividades que realizan, su agrupación en Unidades de Competencia y la desagregación en Elementos de Competencia, que se encuentran en concordancia con los resultados que estas organizaciones requieren de los profesionales.

5.4 Mapas funcionales y perfiles de cargo

Son tres los mapas funcionales que se elaboraron como resultado de la adopción de la metodología de Análisis Funcional, tienen como características comunes: el propósito principal que corresponde a la misión desarrollada para el área de TI y en consecuencia la función clave. Los mapas detallan las unidades y elementos de competencia para cada uno de los tres perfiles: Directivo, Arquitecto y Analista de TI. Se asigna una numeración para los elementos de competencia, que son listados en secuencia con el propósito de facilitar su lectura y comprensión.

Después de cada mapa funcional se encuentra la descripción de los perfiles de cargo, estos últimos son producto de la comparación entre los mapas funcionales y el meta-perfil propuesto por el Proyecto Tuning. Como era propósito de esta investigación, *se logró analizar una estructura de perfiles de cargo compuesta por tres roles generales llamado: Director, Arquitecto y Analista* (ver anexo digital 1).

A partir del meta perfil general propuesto por Tuning, se le asignaron las Unidades de Competencia propias de cada rol y se contrastó con el perfil de cargo de cada una de las organizaciones, dando como resultado los tres perfiles de cargo que se describen a continuación.

5.4.1 Mapa funcional y perfil de cargo Directivo

Tabla 10. Mapa funcional del cargo Directivo

Propósito principal	Gestar, promover y desarrollar productos y servicios de TI, con talento humano de clase mundial y excelencia organizacional		
Función clave	Área de Tecnologías de la Información		
Cargo clave	Directivo		
Unidades de competencia	Velar porque la calidad de los productos y servicios de software, cumplan con las expectativas de los clientes, siguiendo los procesos y los estándares establecidos por la organización.	Asegurar la calidad de los servicios de soporte ofrecidos por la organización con respecto a los requerimientos establecidos por el cliente.	Conducir el grupo de trabajo y asegurarse del desempeño adecuado de los integrantes de un proyecto.
Elementos de competencia	1-9	10-23	24-53

Tabla 11. Elementos de competencia para el perfil de Directivo

Elementos de competencia	
1	Investigar e implementar estrategias del área.
2	Participar en el proceso de decisiones organizacionales que tengan relevancia dentro de los objetivos estratégicos del área.
3	Efectuar análisis periódicos de la calidad en los proyectos, para identificar el origen de las diferencias entre los resultados esperados y los reales, a través de los indicadores definidos.
4	Generar y revisar planes fundamentales y anuales de su área. Realizar seguimiento y control de los indicadores que se generen en el área.
5	Definir y controlar el presupuesto de personal, de recursos financieros y técnicos, necesarios para el área.

Elementos de competencia	
6	Participar activamente e incentivar al equipo en todas las actividades programadas por el proyecto CMMI.
7	Hacer seguimiento al equipo de trabajo, para que puedan reportar las actividades clave y dar información actualizada, asesorándolos en su labor.
8	Seleccionar y formar los revisores de su área que intervendrán en las revisiones de los proyectos.
9	Liderar la implementación de acciones correctivas, preventivas y de mejora de los procesos a cargo o en los que participa.
10	Definir la estrategia del área de infraestructura de TI.
11	Investigar y aplicar nuevas técnicas y metodologías de gestión de infraestructura de TI.
12	Elaborar informes de gestión del área para la gerencia.
13	Aplicar el proceso de selección con los candidatos que cumplan con el perfil y aprobar la contratación del recurso.
14	Incentivar y promover la capacitación del área, tanto en la homogenización de conocimientos como en nuevas tecnologías de información.
15	Participar activamente e incentivar al equipo en todas las actividades programadas por el proyecto CMMI.
16	Velar por la disposición oportuna de los recursos asignados en las revisiones de todos los proyectos y procesos de la organización.
17	Realizar la programación de recursos del área de acuerdo con los servicios solicitados.
18	Responsable por la implementación y divulgación de todos los procesos organizacionales adoptados dentro del área hacia todo el personal de la organización.
19	Analizar el negocio e identificar los requerimientos de servicio del cliente.
20	Realizar el diseño de los servicios siguiendo los estándares establecidos por la organización.
21	Ejecutar los servicios según lo acordado con el cliente.
22	Desarrollar la documentación técnica de los servicios prestados.
23	Actualizar sus conocimientos técnicos con respecto a los avances globales en el área de TI.
24	Apoyar al área comercial en la realización de las actividades de preventa y venta.
25	Elaborar el plan de desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta la idiosincrasia del equipo involucrado y las particularidades de cada proyecto.
26	Elaborar el cronograma detallado para el proyecto.
27	Administrar los cambios de requerimientos.
38	Velar por la calidad del proyecto y de los productos generados, asesorado por el Director de Calidad.
29	Mantener el equipo de trabajo motivado y facilitarle los recursos necesarios.
30	Realizar al análisis de cierre de los proyectos.
31	Reportar el estado del proyecto, tanto internamente como al cliente, mediante informes de avance del proyecto.
32	Apoyar técnicamente el equipo del proyecto.
33	Revisar que en la etapa de desarrollo el diseño cumpla con el alcance del proyecto.
34	Evaluar y contener los riesgos del proyecto.
35	Elaborar el plan de pruebas, indicando los recursos, así como los elementos a probar, las características, el personal responsable y los riesgos asociados.
36	Comunicar el alcance, restricciones y compromisos adquiridos al equipo de trabajo.
37	Participar en las decisiones de: selección del ciclo de vida del desarrollo a seguir en el proyecto y en las decisiones de diseño.
38	Ejecutar inspecciones a los entregables de análisis, diseño y construcción.

Elementos de competencia	
39	Participar en el proceso de selección cuando sea requerido un candidato de su proyecto, realizando entrevistas y pruebas técnicas necesarias.
40	Participar activamente en todas las actividades programadas por el proyecto CMMI.
41	Definir los entregables que harán parte de la revisión en conjunto con el equipo de desarrollo y programar la ejecución.
42	Realizar el análisis de impacto acumulativo, actualizar el cronograma en caso de cambios aprobados y monitorear el Log de cambios.
43	Tomar decisiones técnicas de su proyecto, aplicando el proceso definido y comunicarlas a los involucrados.
44	Ejecutar las actividades de Monitoreo y Control al reporte de actividades y los requerimientos de horas.
45	Informar la identificación de una deficiencia que pueda existir en los diferentes procesos y de proponer acciones preventivas y correctivas para esta.
46	Definir el tratamiento del producto no conforme (reclasificar, reparar o reprocesar) según la deficiencia de este.
47	Clasificar el tipo de cambio, designar responsables de la elaboración del diseño de los cambios al proceso. Preparar, ejecutar y monitorear el plan piloto e incorporar los cambios al proceso.
48	Definir políticas, procedimientos y definiciones comunes a todos los proyectos, además asegurar que los cambios a los planes de medición se revisen e implementen correctamente.
49	Ejecutar las actividades correspondientes al proceso de estimación para el desarrollo de un producto de software.
50	Definir y liderar las acciones para el tratamiento o corrección de las No conformidades.
51	Ejecutar la revisión individual y la de grupo en los proyectos y dar un diagnóstico.
52	Definir las responsabilidades de los roles que se encuentran bajo su cargo.
53	Liderar la implementación de acciones correctivas, preventivas y de mejora de los procesos a cargo o en los que participa.

Como resultado del mapa funcional para el cargo de Director el perfil de cargo corresponde a:

Profesional que vela por la calidad de los productos y servicios de tecnologías de la información que ofrece. Cumple las expectativas de los clientes adhiriéndose a los estándares establecidos por la organización a la que pertenece. Tiene la competencia de conducir grupos de trabajo de tal manera que se asegure el buen desempeño de cada uno de sus integrantes. Es una persona propositiva, que aporta al desarrollo de la sociedad y de las organizaciones donde participa, actuando siempre con ética profesional y responsabilidad social.

Aplica sus conocimientos de forma que le permiten identificar, plantear y resolver problemas, aportando soluciones fundamentadas en las Ciencias de la Computación y las Tecnologías de la Información. Es una persona que gusta de la investigación y se actualiza constantemente, adquiriendo nuevas habilidades.

Está preparado para integrar equipos multidisciplinarios, trabajar en contextos nacionales e internacionales, en los cuales asume con liderazgo diferentes roles de la profesión. Formula y gestiona proyectos de forma eficaz a través de la organización y planificación de los recursos necesarios para su realización.

5.4.2 Mapa funcional y perfil de cargo Arquitecto

Tabla 12. Mapa funcional del perfil del Arquitecto

Propósito principal	Gestar, promover y desarrollar productos y servicios de TI, con talento humano de clase mundial y excelencia organizacional	
Función clave	Área de Tecnologías de la Información	
Cargo clave	Arquitecto	
Unidades de competencia	Apoyar al equipo de trabajo garantizando el cumplimiento de estándares, el seguimiento de las directrices de la arquitectura definida y la adopción de prácticas que redunden en mayor productividad y calidad.	Validar la factibilidad técnica y los riesgos de implementación del software en las etapas tempranas del ciclo de vida. Diseñar la implementación técnica de la arquitectura de software. Definir la estructura del sistema, sus interfaces y los principios, los diseños detallados y la implementación que guían la organización del mismo.
Elementos de competencia	1-12	13-15

Tabla 13. Elementos de competencia para el perfil del Arquitecto

Elementos de competencia	
1	Describir correctamente y completamente los casos de negocios. Identificar, analizar y revisar los requerimientos funcionales y no funcionales.
2	Estimar el tamaño y complejidad del producto.
3	Plantear y diseñar soluciones creativas, innovadoras y apropiadas para el problema en consideración.
4	Diseñar la estructura completa del sistema, sus interfaces y los principios que guían la organización del mismo.
5	Establecer criterios de evaluación, para decisiones tanto de la selección de ciclo de vida del proyecto como para decisiones de diseño.
6	Servir de puente entre otros diseñadores, desarrolladores, analistas de prueba, ingenieros de requerimientos, gerentes de proyecto y, en general, entre los interesados técnicamente en el proyecto.
7	Analizar el resultado de las pruebas con el fin de tomar las decisiones que vengan al caso cuando sea necesario hacer <i>refactoring</i> de la arquitectura en consideración.
8	Supervisar el refinamiento o las implementaciones detalladas de la arquitectura.
9	Llevar a cabo el análisis de impacto global en el software como un todo, ante la presencia de cambios o nuevos requerimientos.
10	Realizar, guiar y soportar el análisis de desempeño del software.

11	Llevar a cabo el diseño detallado, codificación y pruebas de las piezas de software que le sean encomendadas en razón de su criticidad.
12	Crear o seleccionar la arquitectura del producto sobre la cual se pueda dar solución a las necesidades del negocio bajo el presupuesto y restricciones técnicas del proyecto.
13	Guiar y apoyar la implementación según los parámetros definidos en la arquitectura.
14	Velar por el cumplimiento de los estándares, arquitectura y diseño detallados durante la fase de construcción y pruebas.
15	Asegurar que se construya un sistema escalable, eficiente, que se mantenga en el tiempo y con los niveles de desempeño adecuados a los requerimientos del cliente.

Como resultado del mapa funcional para el rol de Arquitecto, el perfil de cargo corresponde a:

Profesional en TI que apoya al equipo de trabajo, garantizando el cumplimiento de estándares, el seguimiento de las directrices de la arquitectura definida y la adopción de prácticas que redunden en mayor productividad y calidad. Tiene la competencia de conducir grupos de trabajo y así asegura el buen desempeño de cada uno de sus integrantes. Es una persona propositiva, que aporta al desarrollo de la sociedad y de las organizaciones donde participa, actuando siempre con ética profesional y responsabilidad social.

Es la persona idónea para validar la factibilidad técnica y los riesgos de implementación del software en las etapas tempranas de su ciclo de vida, diseña la implementación técnica de la arquitectura de software. Define la estructura del sistema, sus interfaces, diseños detallados e implementación.

Está preparado para integrar equipos multidisciplinarios, trabajar en contextos nacionales e internacionales, en los cuales asume con liderazgo diferentes roles de la profesión. Formula y gestiona proyectos de forma eficaz a través de la organización y planificación de los recursos necesarios para su realización.

5.4.3 Mapa funcional y perfil de cargo Analista

Tabla 14. Mapa funcional del perfil del Analista

Propósito principal	Gestar, promover y desarrollar productos y servicios de TI, con talento humano de clase mundial y excelencia organizacional
Función clave	Área de Tecnologías de la Información
Cargo clave	Analista

Unidades de competencia	Diseñar, desarrollar, probar y soportar soluciones de software que cumplan con los requerimientos de los clientes.	Diseñar y ejecutar las pruebas planeadas en el desarrollo de proyectos siguiendo los lineamientos de calidad y realizar la retroalimentación sobre sus resultados.	Ejecutar las actividades relacionadas con el área de ingeniería de requerimientos cumpliendo con los procesos y parámetros de calidad definidos en la organización dentro de los tiempos planeados.
Elementos de competencia	1-9	10-26	27-38

Tabla 15. Elementos de competencia del perfil del Analista

Elementos de competencia	
1	Estimar y planear el desarrollo de acuerdo con las técnicas y métodos, utilizando cronogramas específicos.
2	Colaborar en el diseño de la arquitectura, llevar a cabo diseños detallados, codificación, revisión de código, prueba unitaria y revisión de piezas de código asignadas a otros analistas.
3	Analizar y revisar requerimientos funcionales, características del sistema, opciones de integración e implementación.
4	Evaluar riesgos, beneficios, complejidad, y flexibilidad de diferentes opciones de implementación.
5	Soportar al equipo del proyecto en los aspectos técnicos relacionados con la implementación del software.
6	Llevar a cabo el análisis de impacto global en el software como un todo, ante la presencia de cambios o nuevos requerimientos.
7	Realizar, guiar y soportar análisis de desempeño del software.
8	Proponer nuevos estándares, técnicas y métodos de diseño / desarrollo.
9	Definir y documentar estrategias, estándares y guías a utilizar en los proyectos de desarrollo y mantenimiento de la compañía.
10	Construir aplicaciones de software, siguiendo estándares de desarrollo y buenas prácticas definidas para el proyecto.
11	Diseñar y ejecutar casos de prueba conducentes a asegurar el cumplimiento de la funcionalidad especificada en los requerimientos y de la calidad de cada uno de los productos de trabajo.
12	Monitorear el cierre de los defectos detectados.
13	Acompañar la fase de análisis de requerimientos para asegurar que estén completos, consistentes y se comprendan cada uno de los requerimientos del cliente.
14	Apoyar a todo el equipo en cuanto al cumplimiento del proceso de desarrollo de software

Elementos de competencia	
15	Estimar y planear el proceso de pruebas de acuerdo con las técnicas y métodos disponibles en la compañía, utilizando sus líneas de trabajo y cronograma.
16	Notificar al director de proyecto las necesidades de hardware y software para la ejecución de las pruebas.
17	Analizar el resultado de las pruebas.
18	Elaborar el plan de pruebas.
19	Participar activamente en todas las actividades programadas por el proyecto CMMI.
20	Informar la identificación de una deficiencia que pueda existir en los diferentes procesos y de proponer acciones preventivas y correctivas para esa deficiencia.
21	Transferir conocimientos a pares y/o Analistas de menor perfil.
22	Responsables por aportar oportunidades de mejora y ejecutar los planes de acción asociados con los planes de mejoramiento.
23	Compartir de manera temprana los resultados de las pruebas con el grupo de desarrollo, con el objeto de cambiar la estrategia de desarrollo, las listas de chequeo, las técnicas, los métodos, la arquitectura y demás que deban ser modificados para asegurar la calidad del producto.
24	Analizar el negocio del cliente e identificar los requerimientos del usuario.
25	Recolectar, organizar y documentar los requerimientos del sistema.
26	Analizar de forma detallada cada uno de los requerimientos de software, siguiendo los estándares establecidos por la organización.
27	Elaborar los entregables de las fases de análisis, siguiendo el cronograma de actividades definido.
28	Realizar entrega formal de los productos de trabajo asociados al análisis de requerimientos y velar por la transferencia de conocimiento de los mismos.
29	Comunicar a la persona encargada de los Requerimientos los riesgos detectados en el proyecto durante la etapa de análisis.
30	Comunicar al especialista las posibles solicitudes de cambios que se puedan presentar.
31	Mantener acuerdos sobre los cambios de requerimientos, entre los clientes y el equipo del proyecto.
32	Ejecutar la revisión de pares de los entregables antes de la siguiente fase.
33	Apoyar al analista de pruebas en el diseño de los casos de pruebas.
34	Apoyar a los involucrados en las diferentes etapas del proyecto de desarrollo de software.

Elementos de competencia	
35	Transferir conocimientos a los Analistas que lo requieran.
36	Asistir a las capacitaciones a las que se ha inscrito y/o exámenes de certificación programados.
37	Seguir todos los lineamientos indicados en los procesos.
38	Conocer y cumplir con lo establecido en las políticas, objetivos y procedimientos del Sistema de gestión de la Organización aplicables al área de trabajo. Y así entender la importancia de sus actividades para el logro de dichos objetivos.

Como resultado del mapa funcional para el rol de Analista, el perfil de cargo corresponde a:

Profesional en TI que diseña, desarrolla, prueba y soporta soluciones de software que cumplan los requerimientos de los clientes. Desarrolla proyectos siguiendo los lineamientos de calidad y realizando la retroalimentación sobre sus resultados.

Tiene la competencia para trabajar en grupos de trabajo. Es una persona propositiva, que aporta al desarrollo de la sociedad y de las organizaciones donde participa, actuando siempre con ética profesional y responsabilidad social.

Es la persona que diseña y ejecuta actividades relacionadas con el área de Ingeniería de Requerimientos, cumpliendo con los procesos y parámetros de calidad definidos en la organización, dentro de los tiempos planeados.

Está preparado para integrar equipos multidisciplinarios, trabajar en contextos nacionales e internacionales.

5.5 Perfiles de cargo relacionados con las competencias del estudio Tuning

Para determinar la relación entre los perfiles de cargo generados a partir del Análisis Funcional y las competencias establecidas en el estudio Tuning América Latina, inicialmente se emplean los resultados de las evaluaciones realizadas con respecto al desarrollo y refuerzo de las competencias generales y disciplinares que se obtuvieron durante el proceso de certificación CMMI-5.

Posteriormente se hace una relación entre las competencias generales del estudio Tuning y las unidades de competencia de cada uno de los cargos analizados en esta investigación. Por último, se analiza cuáles fueron las competencias disciplinares que más se reforzaron en el proceso de adopción de las prácticas de CMMI.

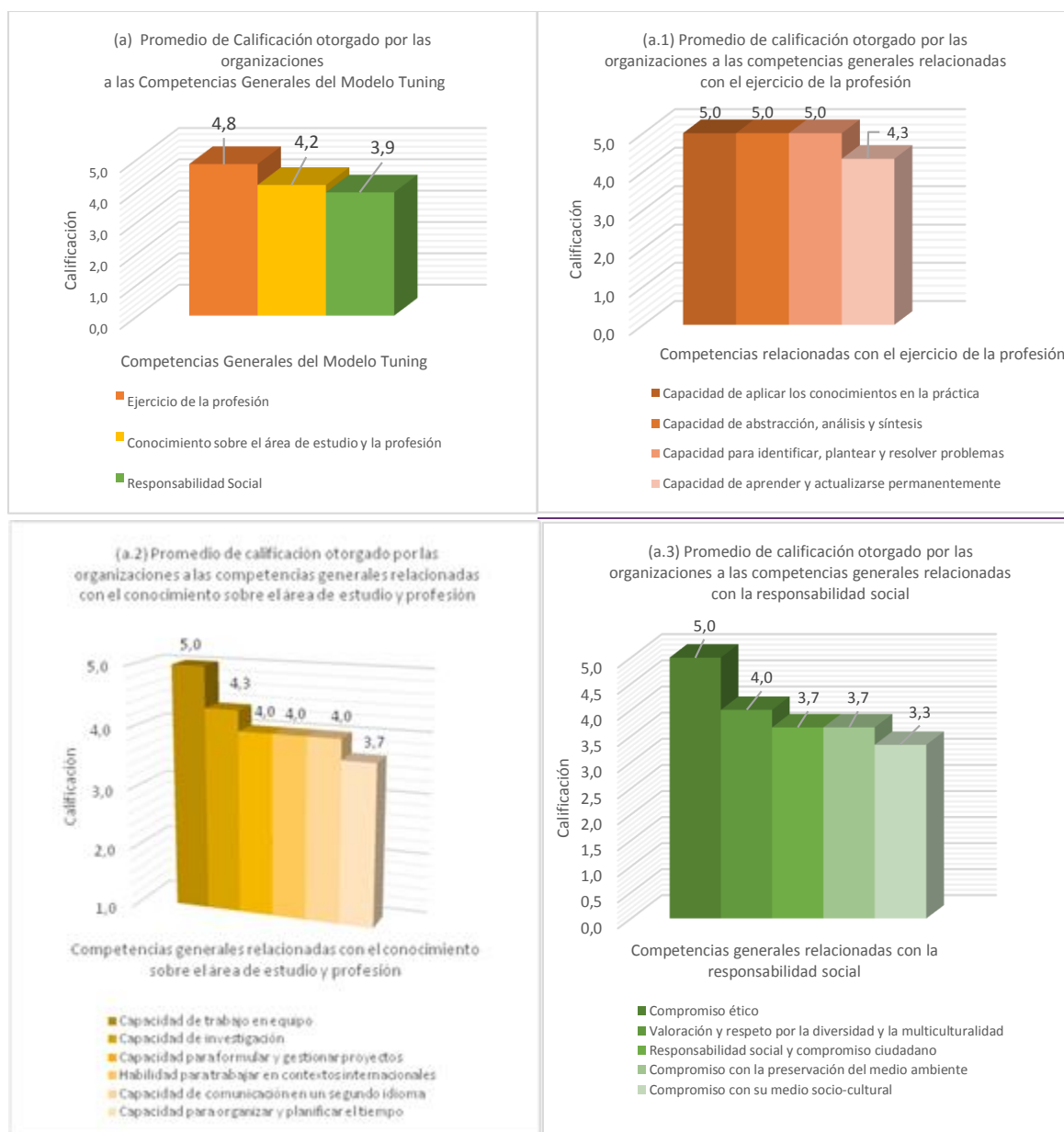
5.5.1 Relación de los perfiles de cargo con las competencias generales del estudio Tuning en el proceso de certificación CMMI-5

A continuación se describen los resultados de las evaluaciones realizadas por los profesionales en TI de las empresas analizadas, con respecto a las competencias generales identificadas por el estudio Tuning América Latina, identificando cual fue su porcentaje de aplicación para alcanzar la certificación CMMI-5.

Con respecto a su ejercicio profesional, el promedio obtenido en el desarrollo de estas competencias es del 96%, los profesionales consideraron que su competencias frente al ejercicio profesional se desarrollaron en un alto grado. Entre estas, las competencias que en ellos se reforzaron al 100% son las siguientes: capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, capacidad de abstracción, análisis, síntesis y capacidad de identificar, planear y resolver problemas.

Los profesionales consideraron que su capacidad de aprender y actualizarse permanentemente se desarrolló al 86%. El promedio de calificación otorgado por las organizaciones para cada una de las competencias generales referentes al ejercicio profesional se puede observar en la Gráfica 3 (a.1).

Gráfica 3. Evaluación de las organizaciones a las competencias generales estudio Tuning



Fuente. *Elaboración propia*. Formato Profundización

De igual forma, con respecto a las competencias generales referentes al conocimiento en el área de estudio y la profesión, el promedio de desarrollo obtenido para los profesionales de TI en esta competencia es del 84%. Así, la competencia de trabajo en equipo es la que en ellos se reforzó al 100%, la capacidad de investigación según los profesionales de TI se desarrolló en ellos en alto grado, el porcentaje que obtuvieron es del 83%. Las capacidades que se

desarrollaron al 80% son las siguientes: capacidad para formular y ejecutar proyectos, habilidad para trabajar en contextos internacionales, capacidad de comunicación en un segundo idioma. Por su parte, un grado menor de desarrollo se observa en la capacidad para organizar y planificar el tiempo, cuyo porcentaje de desarrollo es del 74%.

El promedio de calificación otorgado por las organizaciones para cada una de las competencias generales referentes al conocimiento sobre el área de estudio y la profesión de los profesionales de TI se puede observar en la Gráfica 3 (a.2).

Con respecto a las competencias generales de responsabilidad social que plantea el modelo de Tuning, si bien su desarrollo es menor con respecto a las anteriores, también se observa una alta aplicación, pues su promedio es del 78%. La competencia con mayor valoración referente a la responsabilidad social en el esfuerzo por llegar a ser CMMI-5 es la competencia del compromiso ético, la cual los profesionales consideran que reforzaron al 100%. Esta consideración se debe a que en cada una de las organizaciones ha sido importante la lealtad con la que los trabajadores realizan su trabajo dentro y fuera de la organización, lo que ha generado una cultura de respeto hacia el reglamento y los lineamientos de las políticas generales de la compañía.

La competencia con menor valoración, que obtuvo una ponderación del 66%, es la del compromiso con el medio sociocultural, ya que aunque las organizaciones se consideran parte activa de la sociedad, se encuentran mayoritariamente enfocados hacia el cumplimiento responsable de los requerimientos de los clientes en cuanto al servicio y la satisfacción del software. Al respecto también expresaron que por ser una disciplina en esencia técnica, el medio sociocultural pierde cierta relevancia. El promedio de calificación otorgado por las organizaciones para cada una de las competencias generales relacionadas con la responsabilidad social por los profesionales de TI se puede observar en la Gráfica 3 (a.3).

5.5.2 Esquemas de perfiles de cargo con respecto a las competencias generales del estudio

Tuning

Tabla 16. Perfil del cargo de Directivo y competencias generales del estudio Tuning

Propósito principal	Gestar, promover y desarrollar productos y servicios de TI, con talento humano de clase mundial y excelencia organizacional		
Función clave	Área de Tecnologías de la Información		
Cargo clave	Directivo		
Unidades de competencia	Velar porque la calidad de los productos y servicios de software cumplan con las expectativas de los clientes, siguiendo los procesos y estándares establecidos por la organización.	Asegurar la calidad de los servicios de soporte ofrecidos por la organización con respecto a los requerimientos establecidos por el cliente.	Conducir el grupo de trabajo y asegurarse del desempeño adecuado de los integrantes de un proyecto.
Elementos de competencia	1-9	10-23	24-53
	Competencias generales estudio Tuning		
Ejercicio de la profesión	En el cargo Directivo es importante que se potencialicen las competencias referentes a la gestión de proyectos, llevando a cabo un control minucioso sobre las actividades que el equipo de trabajo realiza para la consecución del objetivo organizacional. Por esta razón estas empresas valoran en un 100% las competencias propias de aplicación del conocimiento en la práctica, el análisis, la abstracción y la síntesis, pero sobre todo identificar, plantear y resolver problemas.	Para esta unidad de competencia es importante igualmente analizar, gestionar y aplicar los conocimientos adquiridos académica y profesionalmente, de tal manera que se garantice la calidad del software entregado a los clientes y que se satisfagan sus requerimientos con sostenibilidad a mediano y largo plazo.	Esta unidad de competencia se relaciona con la competencia general Tuning de conocimiento sobre el área de estudio y la profesión.
Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión	Es determinante para el éxito de cada uno de los proyectos del área de TI organizar y planificar el tiempo, aunado con la capacidad para formular y gestionar proyectos.	Relación de la unidad de competencia con la competencia general Tuning de ejercicio de la profesión.	La capacidad de tener un equipo consolidado que asegure el cumplimiento de cada una de las actividades propuestas por proyecto es altamente valorado por estas organizaciones.
Responsabilidad social	Es valorado en alto grado el compromiso ético en cada una	Es valorado en alto grado el compromiso	Estas empresas valoran entre un 70 y

	de las actividades de esta unidad de competencia.	ético en cada una de las actividades de esta unidad de competencia.	80% el respeto por los demás y su identidad cultural, su compromiso ciudadano y con el medio ambiente, lo cual es importante para un correcto desempeño de las actividades desarrolladas en equipo
--	---	---	--

Para la Unidad de competencia “Velar porque la calidad de los productos y servicios de software cumplan con las expectativas de los clientes, siguiendo los procesos y estándares establecidos por la organización” es de gran importancia que los directivos de TI posean las siguientes competencias generales del estudio Tuning: la solución de problemas, la gestión de proyectos, el manejo adecuado del tiempo y el compromiso ético.

Así mismo, para “Asegurar la calidad de los servicios de soporte ofrecidos por la organización con respecto a los requerimientos establecidos por el cliente”, también es necesario que posea las siguientes competencias: aplicar los conocimientos a la práctica, analizar y solucionar problemas. Por último, para la unidad de competencia “conducir el grupo de trabajo y asegurarse del desempeño adecuado de los integrantes de un proyecto” se hace necesario que el Directivo de TI desarrolle las competencias de valor y respeto por la diversidad y multiculturalidad, responsabilidad social y compromiso ciudadano y compromiso con su medio socio-cultural.

Tabla 17. Perfil del cargo de Arquitecto y competencias generales del estudio Tuning

Propósito principal	Gestar, promover y desarrollar productos y servicios de TI, con talento humano de clase mundial y excelencia organizacional		
Función clave	Área de Tecnologías de la Información		
Cargo clave	Arquitecto		
Unidades de competencia	Apoyar al equipo de trabajo garantizando el cumplimiento de estándares, el seguimiento de las directrices de la arquitectura	Validar la factibilidad técnica y los riesgos de implementación del software en las etapas tempranas del ciclo de vida, diseñar la implementación técnica de la arquitectura de	

	definida y la adopción de prácticas que redunden en mayor productividad y calidad.	software. Definir la estructura del sistema, sus interfaces y los principios, los diseños detallados y la implementación que guían la organización del mismo.
Elementos de competencia	1-12	13-15
Ejercicio de la profesión	Unidad de competencia acorde con la competencia Tuning de conocimiento sobre esta área.	Alta valoración a competencias referentes al ejercicio de la profesión, puesto que técnicamente deben contar con una profunda capacidad de análisis, de aplicación de los conocimientos al diseño de la estructura del sistema, así como contar con la capacidad para resolver problemas.
Conocimiento sobre el área de estudio y profesión	Se refuerza altamente la competencia de trabajo en equipo, puesto que la delegación de funciones para una adecuada sinergia del trabajo es requerida para el desarrollo e implementación de la correcta estructura definida por el software. De igual forma, es necesario un alto grado de acoplamiento y articulación entre las personas que conforman los equipos de trabajo.	Necesidad de diseñar, evaluar y resolver problemas, para trabajar en contextos internacionales, investigar y gestionar proyectos. Para esta unidad de competencias es menor estimada la capacidad para planificar y gestionar el tiempo.
Responsabilidad social	Determinante el compromiso ético con el desarrollo de su cargo, así como del respeto a la cultura, a ser un ciudadano responsable. Menor valoración al compromiso con el medio ambiente y su medio socio cultural.	Determinante el compromiso ético con el desarrollo de su cargo.

Para el cargo intermedio de **Arquitecto** en estas organizaciones se denota que, según las competencias generales identificadas por el estudio Tuning, las competencias de mayor relevancia y que son continuamente reforzadas con la estructuración de cada uno de los proyectos son: profunda capacidad de análisis, aplicación de los conocimientos al diseño de la estructura del sistema, capacidad para resolver problemas incluso en contextos internacionales, capacidad de investigación para gestionar proyectos con manejo adecuado del tiempo,

competencia de trabajo en equipo. Todo ello con el compromiso ético en el desarrollo de su cargo.

Tabla 18. Perfil del cargo de Analista y competencias generales del estudio Tuning

Propósito principal	Gestar, promover y desarrollar productos y servicios de TI, con talento humano de clase mundial y excelencia organizacional		
Función clave	Área de Tecnologías de la Información		
Cargo clave	Analista		
Unidades de competencia	Diseñar, desarrollar, probar y soportar soluciones de software, que cumplan con los requerimientos de los clientes.	Diseñar y ejecutar las pruebas planeadas en el desarrollo de proyectos siguiendo los lineamientos de calidad y realizar la retroalimentación sobre sus resultados.	Ejecutar las actividades relacionadas con el área de Ingeniería de Requerimientos, cumpliendo con los procesos y parámetros de calidad definidos en la organización dentro de los tiempos planeados.
Elementos de competencia	1-9	10-26	27-38
Ejercicio de la profesión	Altamente valoradas las competencias referentes al ejercicio de la profesión. Los profesionales deben tener un alto desarrollo en las competencias de análisis, abstracción y síntesis. Deben aplicar los conocimientos de forma adecuada a la práctica, resolver problema y actualizarse permanentemente.	Altamente valoradas las competencias referentes al ejercicio de la profesión. Los profesionales deben tener un alto desarrollo en las competencias de análisis, abstracción y síntesis, aplicar los conocimientos de forma adecuada a la práctica, resolver problema y actualizarse permanentemente.	Altamente valoradas las competencias referentes al ejercicio de la profesión. Los profesionales deben tener un alto desarrollo en las competencias de análisis, abstracción y síntesis, aplicar los conocimientos de forma adecuada a la práctica, resolver problema y actualizarse permanentemente.
Conocimiento sobre el área de estudio y profesión	Para este rol es importante que los trabajadores tengan la habilidad de trabajar en equipo y desarrollar la capacidad de habituarse a contextos internacionales, dado el ambiente	Para este rol es importante que los trabajadores tengan la habilidad de trabajar en equipo y desarrollar la capacidad de habituarse a contextos internacionales, dado el ambiente competitivo de la organización.	Para este rol es importante que los trabajadores tengan la habilidad de trabajar en equipo y desarrollar la capacidad de habituarse a contextos internacionales, dado el ambiente competitivo de la organización.

	competitivo de la organización.		
Responsabilidad social	Determinante el compromiso ético con el desarrollo de su cargo.	Determinante el compromiso ético con el desarrollo de su cargo.	Determinante el compromiso ético con el desarrollo de su cargo.

Para el rol de **Analista** en una organización que cuenta con la certificación CMMI-5 son altamente valoradas las competencias referentes al ejercicio de la profesión. Los profesionales deben tener un alto desarrollo en las competencias de análisis, abstracción y síntesis, así como aquellas que corresponden a aplicar los conocimientos de forma adecuada a la práctica, resolver problemas y actualizarse permanentemente. Para este rol es importante que los trabajadores tengan la habilidad de trabajar en equipo y desarrollar la capacidad de habituarse a contextos internacionales dado el ambiente competitivo de la organización. Es también determinante el compromiso ético en el desarrollo de su cargo.

5.5.3 *Relación de los perfiles de cargo con las competencias generales del estudio Tuning en el proceso de certificación CMMI-5*

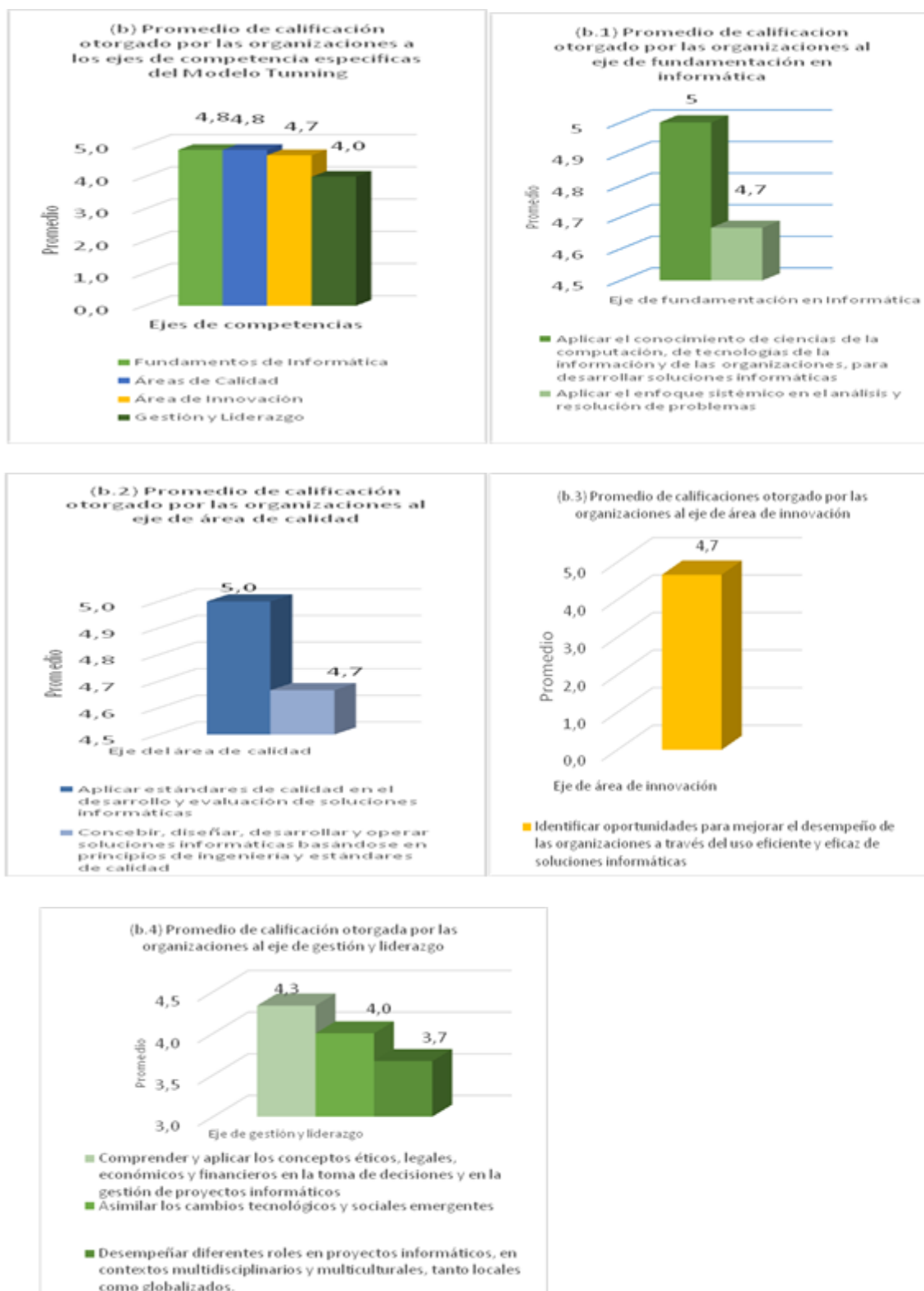
A continuación se hace un análisis de los resultados de la evaluación de las competencias disciplinares del proyecto Tuning reforzadas por los profesionales en el proceso de obtención de la certificación nivel cinco en el modelo CMMI. Al igual que en las competencias generales, se observa una amplia aplicación y desarrollo de los ejes de competencia por encima del 80%, con un 96% los ejes de fundamentos de informática y calidad y 94% el eje de innovación y con un 80% se encuentra el eje de gestión y liderazgo.

Así mismo, para cada eje las competencias que obtuvieron mayor calificación son: “Aplicar el conocimiento de ciencias de la computación, de tecnologías de la información y de las

organizaciones, para desarrollar soluciones informáticas”, en el eje de fundamentos de informática y calidad. También, debido a la rigurosidad que requiere adherirse al modelo CMMI, las organizaciones ponderan la competencia de “Concebir, diseñar, desarrollar y operar soluciones informáticas basándose en principios de ingeniería y estándares de calidad” como aplicada y además desarrollada en un 100%.

Sobre el eje de innovación se observa que estas empresas, por encontrarse en un ambiente altamente competitivo, deben ser empresas que adopten prácticas vanguardistas, técnicas que les permitan tener mayores rendimientos, ser más eficientes y ahorrar tiempo en reprocesos por errores detectados en el sistema. El promedio de evaluación es de 94%, por esta razón en promedio se consideran organizaciones que capturan profesionales con alta capacidad innovadora, pero que además esta innovación es reforzada por la política de estas empresas, ya que intentan siempre ir adelante en la asimilación de nuevas tecnologías que les permita desarrollar su negocio.

Gráfica 4. Evaluación de las organizaciones a las competencias disciplinares estudio Tuning

Fuente: *Elaboración propia*

En el eje de gestión y liderazgo se consideran empresas sólidas, varias de ellas con reconocimientos internacionales y mercados externos consolidados, la competencia que más se reforzó en el proceso de certificación fue la de “comprender y aplicar los conceptos éticos, legales, económicos y financieros en la toma de decisiones y en la gestión de proyectos informáticos”, con un porcentaje de 86% y, de desarrollo, la que obtuvo menor calificación, con 74%, es la competencia de “desempeñar diferentes roles en proyectos informáticos, en contextos multidisciplinarios y multiculturales, tanto locales como globalizados”. Esto se debe a que una de las organizaciones solo cuenta con mercado interno, es decir, colombiano, mientras que las otras dos, cuentan con clientes en Latinoamérica y Norte América.

Para los tres roles es importante contar con competencias específicas en estas áreas, incluso para los analistas que deseen escalar dentro de estas organizaciones, pues deben desarrollar habilidades en el área de gestión y liderazgo que les permita evolucionar en sus carreras profesionales.

Es importante mencionar que no solo se trata de que estas organizaciones buscan profesionales con un desarrollo de competencias adecuado para el sector competitivo en el que se encuentran, sino que también. Para estos profesionales es importante el estar en una organización estructurada, con éxito en el desempeño de su propósito organizacional, porque se aprovechan sus capacidades y se convierte en el ambiente óptimo para que estos profesionales continúen reforzando sus competencias y descubran nuevas habilidades.

6 Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones de este estudio, como resultado de cada uno de los objetivos planteados.

- Son varias las ventajas que las organizaciones, como un todo, pueden reconocer al adoptar un modelo de certificación sobre las mejores prácticas para el desarrollo de software como el CMMI. Entre ellas se encuentran: mayor conocimiento sobre la ejecución de proyectos a través de información confiable y verificable; mejores planes de ejecución de proyectos de acuerdo con una visión más realista y con monitoreo permanente; minimización de reprocesos; mejor calidad del producto; un ambiente laboral agradable y mejor organizado.
- Las competencias que los expertos encuentran que son fundamentales para lograr certificarse como CMMI-5 y lograr la rigurosidad que estas guías proponen para la organización de cada proceso, de acuerdo con las entrevistas realizadas a estas organizaciones, son: adoptar estándares para el desarrollo; contar con técnicas y metodologías de prueba e implementarlas de manera adecuada; velar porque las etapas del proyecto, así como el soporte documental y de seguimiento, sean llevadas a cabo con rigurosidad a través de técnicas cuantitativas que les permitan tomar decisiones objetivas.

Así mismo, otra competencia fundamental es la de sistematizar la información de las soluciones informáticas de tal manera que se convierta en las "lecciones aprendidas" organizacionales y que sean parte de la gestión del conocimiento que aplican estas organizaciones para convertirse en una ventaja competitiva sobre aquellas compañías que aún no cuentan con este tipo de *background* organizacional. Las competencias generales importantes en este aprendizaje organizacional son el manejo adecuado del tiempo y un trabajo en equipo, que aseguren la dinámica de resultados en un contexto altamente competitivo.

- Como resultado de esta investigación se analizó una estructura de perfiles de cargo para el área de TI de las organizaciones con CMMI-5, a partir de lo cual se identificaron tres cargos: Director, Arquitecto y Analista. Para cada uno, a través de la metodología de Análisis Funcional, se obtuvo el mapa funcional y el perfil correspondiente, apoyado en el meta perfil del proyecto Tuning, que era el propósito principal de esta investigación.

- Las organizaciones se encuentran alineadas con las competencias planteadas por los el estudio Tuning América Latina. Dentro de las competencias generales, son de gran importancia para estas compañías el continuo desarrollo en los ejes de competencias referentes a: el ejercicio de la profesión, aplicación del conocimiento sobre el área de TI y sobre responsabilidad social. En este último eje la competencia que tiene mayor relevancia para ellos es el compromiso ético en el desarrollo de su profesión.
Sin embargo, consideran que todas las competencias son indispensables para ser un profesional integral. Dentro de su política organizacional de selección y capacitación se toman en cuenta todas estas competencias, de forma directa aquellas competencias técnicas y de aplicación de conocimientos, y de forma tácita otras competencias como la capacidad de actualización y la adaptación a ambientes multiculturales, el cuidado del medio ambiente y el compromiso con el medio socio-cultural.
- Las competencias disciplinares con mayor puntaje en la evaluación referente al grado de aplicación y desarrollo para el proceso de CMMI-5 son: aplicar estándares de calidad en el desarrollo y evaluación de soluciones informáticas y aplicar el conocimiento de Ciencias de la Computación, de Tecnologías de la Información y de las organizaciones, para desarrollar soluciones informáticas. Esto sin dejar atrás todas las demás competencias que para estas empresas han sido determinantes en la aplicación del modelo, como la capacidad de innovación y la aplicación del enfoque sistémico en la resolución de problemas.

Adicionalmente, se concluye que las empresas no solo valoran estas competencias en sus profesionales sino que se convierten en el epicentro de desarrollo de competencias, ya que proveen a los trabajadores de las herramientas necesarias para continuar evolucionando tanto en conocimiento como en su carrera profesional.

Lista de referencias

Arboleda, H. P. A. (2013). "Metodología para implantar el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez en grupos pequeños y emergentes". Estudios Gerenciales. 26: 177-188

Aktouf, O. (1992). " Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organizations." Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec.

Briones, G. (2003). Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales: El proyecto de investigación. México, Trillas.

Carlile, P. C., M (2005). "The cycles of theory building in Management Research." Harvard Business School Working Paper 05: 057.

Catalano, A. M. (2004). Diseño curricular basado en normas de competencia laboral: conceptos y orientaciones metodológicas. Buenos Aires, Banco Interamericano de Desarrollo.

Contreras Véliz, J. L. A. G., Javier. Salem Bar-Bar, Jamil. Quevedo Reyes, Jorge Enrique (2013). Tuning América Latina. Educación Superior en América Latina: reflexiones y perspectivas en informática. Bilbao, España, Universidad de Deusto.

Cowling, A. J., P. (1997). La esencia de la administración de personal y las relaciones industriales, Prentice Hall Hispanoamérica.

Deming, W. E. (1986). Out of the Crisis, MIT. Centro para estudios avanzados de ingeniería.

Drucker (2010). Administración para el futuro, Gestión y empresa.

Eisenhard, K. (1989). "Building Theories from case study research." Academy of Management Review 14: 532-550.

Enríquez, A. (2009). El concepto de competencias. De las competencias al centro de evaluación Universidad del Valle: 116

Ernst & Young, C. (2011) Manual del director de recursos humanos. Gestión por competencias. 20

Falessi, D., Shaw, M., Mullen, K. (2014). Achieving and Maintaining CMMI Maturity Level 5 in a Small Organization. IEEE SOFTWARE 80-86

Glaser, B. S., A (1967). "The Discovery of Grounded Theory: Strategies of qualitative research." Wiedenfeld and Nicholson.

González, Y. L., N. Hernaández, J. Medina, M. (2014). "Análisis del estado actual de certificaciones CMMI-DEV ver. 1.3 año 2013 y 2014, a nivel Mundial y en México." Instituto Tecnológico de Apizaco, Departamento de Sistemas y Computación, Apizaco, Tlaxcala: 14.

Hamel, H. (2013). Competence based on competition, Wilwy & Sons.

Kishore, R., Swinarski, M., Jackson, E., Rao, R. (2012). A Quality-Distinction Model of IT Capabilities: Conceptualization and Two-Stage Empirical Validation Using CMMi Processes. IEEE Transactions on Engineering Management, 59(3), 457

Koznia, M. (2011) "Applying the CMMI model in software process improvement". 22nd International DAAAM Symposium, 22(1) Vienna, Austria

Lévy Leboyer, C. (2003). Gestión de las competencias. Barcelona, España., Gestión 2000.

Lopes, I., Moreira, R., Vieira, M. (2012). "Lessons Learnt in the Implementation of CMMI Maturity Level 5". IEEE Software Eighth International Conference on the Quality of Information and Communications Technology 47-56

López Estrada, R. D., Jean Pierre. (2011). "La entrevista cualitativa como técnica para la investigación en Trabajo Social." Margen 61: 19.

Lukasiewicz, K., Miller, J. (2012) "Improving agility and discipline of software development with the Scrum and CMMI." IET The Institution of Engineering and Technology Software. Gdansk University of Technology. Poland. 6(5). 416–422

Luna-García, H., Álvarez-Rodríguez, F. J. y Mendoza-González, R. (2015) "Management Model for Curriculum Design based on Software Engineering Practices". Revista Electrónica de Investigación Educativa 17(3), 61-78.

Mansfield, B. M., L. (1996). Towards a Competent Work Force, Hampshire Gower.

Mayer, R. O., F. (1991). " Méthodologie de recherche pour les intervenants sociaux." Boucherville, Gaëtan Morin Éditeur. .

MinCIT (2010). Programa de transformación productiva. [Inédito].

MinTIC., C. (2013). Visión estratégica del sector de software y servicios asociados: plan de mercadeo y ventas regionalizado del sector en Colombia. [Inédito].

MinTIC., F. (2012a). Estudio de salarios y profesiones del sector de software y TI de Colombia. [Inédito].

MinTIC., F. (2012b). Informe sectorial de la industria de software y servicios asociados de Colombia. [Inédito].

Moreno, A., Sánchez-Segura, M., Medina-Dominguez, F., Cuevas, G (2014) "Process Improvement from an Academic Perspective: How Could Software Engineering Education Contribute to CMMI Practices?". IEEE Software 90-97

Núñez, J. (2001). "La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar." Sala de lecturas CTS+I de la OEI.

OIT-ChileValora (2012). Guía de apoyo para la elaboración del Análisis Funcional. Guía de apoyo para la elaboración del Análisis Funcional. OIT. Santiago, Chile, OIT.

SEI (2010). CMMI for Development, Version 1.3. Improving processes for developing better products and services. Estados Unidos, Software Engineering Institute: 482.

Ulibarri, J. (2012). El Modelo de Capacidad de Madurez Integrado y sus diferentes disciplinas y representaciones. . Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Escuela de Ingeniería., Universidad de las Américas, Puebla. [inédito]. **Tesis de Ingeniería en Sistemas Computacionales.**

Yépes, W., Primera, C., Torres, M. (2013)"Mejoras al proceso de planificación de proyectos de software usando el Modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI)" Compendium, 16 (30): 27-47 Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela

Yin, R. (1984). "Case study research." Beverly Hills: Sage publications.