

*Recibido 7 Sep 2016
Aceptado 13 Mar 2017*

ReCIBE, Año 6 No. 1, Mayo 2017

Desarrollo de Herramientas Enfocadas en Ayudar a las Pymes de Desarrollo de Software en la Implementación de Buenas Prácticas de Gestión de Proyectos

Development of Tools Focused on Helping Software Development SMEs in the Implementation of Project Management Best Practices

Yolanda-Meredith García¹
yolanda.garcia@cimat.mx

Mirna Muñoz¹
mirna.munoz@cimat.mx

Jezreel Mejía¹
jmejia@cimat.mx

Juan-Manuel Martínez¹
juan.martinez@cimat.mx

Gloria-Piedad Gasca²
gpgasca@udem.edu.co

Jesús-Andrés Hincapié²

jehincapie@udem.edu.co

¹ Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT A.C.,
Zacatecas, México

² Universidad de Medellín, Facultad de Ingeniería,
Medellín, Colombia.

Resumen: La Industria del desarrollo de software constituye un factor clave en la economía. En Latinoamérica este sector se compone por el 99% de pymes. Esto resalta la importancia de la implementación de buenas prácticas de ingeniería de software en las pymes para asegurar su mejora continua. En este contexto, existen diversos modelos y estándares que contienen buenas prácticas enfocadas en mejorar los procesos de desarrollo de software tales como CMMI, ISO-12207, ISO-15504, etc. Sin embargo, para aplicar dichos modelos, las pymes requieren adaptarlos según su tamaño y tipo de negocio. Por lo tanto, se apoyan de técnicas y herramientas para la implementación de buenas prácticas contenidas en ellos. El objetivo de este artículo es presentar una herramienta que facilita la implementación de buenas prácticas para realizar una la gestión de riesgos básica en una pyme.

Palabras clave: Gestión de proyectos, gestión de riesgos, técnicas y herramientas, pymes.

Abstract: Software development industry is a key factor in the worldwide economy. In Latin America, this sector consists mostly of small and medium enterprises (SMEs) and they represent the 99% of the business software industry. This highlights the importance to implement best practices in software engineering SMEs to ensure a continuous improvement. In this context, there are several models and standards that contain best practices focused on improving software development processes such as CMMI-DEV v1.3, ISO 12207, ISO 15504, etc. However, to implement them in SMEs they should be tailored according to the organization size and type of business. Therefore, SMEs require the use of techniques and tools that help them in the implementation of best practices. This paper aims to present a tool that facilitates the implementation of best practices allowing to SMEs to carry out a basic risk management.

Keywords: Project management, risk management, techniques and tools, SMEs.

1. Introducción

En la actualidad, el software es un elemento clave en la economía, el uso de software está presente en la mayoría de las industrias y es un factor de éxito en todos los sectores económicos (Rivas, Perez, Mendoza, & Grimán, 2010). En América Latina alrededor del 99% del negocio de la industria del software está formado por pymes (Gómez, Aguilera, Ancona, & Gómez, 2014).

Por lo anterior, la implementación de buenas prácticas de Ingeniería de Software es una actividad que las pymes deben realizar con el fin de mejorar la calidad de sus productos y/o servicios (Contact, 2014)(Durón, Muñoz, & Mejía, 2013)(Navarro & Garzías, 2010). Para ello se utilizan modelos como CMMI-DEV v1.3(Chrissis, Konrad, & Shrum, 2010), ISO 12207(Rajchel et al., 2011), ISO 15504(ISO, 2012), entre otros. Sin embargo, los modelos sólo explican ¿Qué hacer? y no ¿Cómo hacerlo?.

El objetivo de este artículo es mostrar una herramienta que facilita la implementación de la gestión de riesgos, permitiendo a las pymes realizar una gestión de riesgos básica. La estructura del artículo se detalla a continuación: después de la sección de introducción, la sección II presenta el marco teórico que contiene conceptos referentes a la gestión de proyectos, gestión de riesgos y trabajos relacionados, la sección III el desarrollo de la herramienta de Gestión de Riesgos, en la sección IV se presenta la herramienta y por último en la sección V se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

2. Marco teórico

2.1 Gestión de proyectos

La gestión de proyectos es la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas en actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del proyecto (Project Management Institute, 2013).

En este contexto, los principales problemas encontrados en la gestión de proyectos (Wangenheim, Carlo, Hauck, & Wangenheim, 2009)(Torrecilla-Salinas, Sedeño, Escalona, & Mejías, 2015)(Tomer, 2015)se listan a continuación:

- Las pymes utilizan herramientas para automatizar las actividades de gestión de proyecto; aunque tienen limitaciones que les obligan a seleccionar sus tecnologías de acuerdo a recursos de tiempo y dinero limitados (Rivas et al., 2010).
- Los ingenieros de software frecuentemente son ascendidos a puestos administrativos en función de su desempeño como ingenieros, pero no

cuentan con el conocimiento de gestión de proyectos adecuado, ya que no reciben la educación suficiente. Por lo que, desde etapas tempranas dentro de las pymes de software se enfrentan a problemas para cumplir con el presupuesto y calendario, evaluar riesgos potenciales, mantener una comunicación efectiva en los equipos, entre otras (Pino, García, & Piattini, 2006).

- La aplicación de modelos y estándares de calidad en las pymes es difícil, porque están orientados a grandes empresas y por lo tanto representan una gran inversión de recursos humanos, económicos, de tiempo, entre otros (Mas, Antonia; Amengual, 2005)(Richardson, 2001)(Pressman, 2010).

2.2 Gestión de riesgos

Una gestión de riesgos permite llevar a cabo la detección temprana y dinámica de riesgos, ya que es más fácil, menos costosa y menos perjudicial realizar los cambios y corregir los esfuerzos de trabajo durante las fases tempranas del proyecto, en lugar de fases posteriores (Chrissis et al., 2010).

Todo proyecto de desarrollo de software suele tener riesgos, de tal manera que la gestión de riesgos es un área significativa dentro del desarrollo de software debido a que su objetivo es enfocarse en la identificación de problemas potenciales antes de que éstos ocurran (Chrissis et al., 2010).

Un riesgo se define como la combinación de la posibilidad de la ocurrencia de un evento no deseado (probabilidad) y sus consecuencias (impacto) (Pressman, 2010)(ISO, 2013)(Carr, Konda, Monarch, Ulrich, & Walker, 1993).

En este contexto, un riesgo implica dos características:

- 1) Incertidumbre: es el acontecimiento de que el riesgo pueda o no ocurrir.
- 2) Pérdida: son las consecuencias no deseadas que ocurren cuando el riesgo se convierte en realidad.

La gestión de riesgos comprende tanto la identificación como las actividades que pueden ser definidas para su tratamiento durante todo el ciclo de vida del desarrollo del software. Sin embargo, muchas organizaciones continúan sin una cultura ni las habilidades para realizar y gestionar sus riesgos de manera adecuada.

2.3 Trabajos relacionados

A continuación, en la Tabla 1 se muestra una clasificación de trabajos relacionados.

<i>Núm.</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Descripción</i>
1	Métodos para toma de decisiones basados en Procesos Analíticos en Red(Mohan, Srividya, & Verma, 2010).	Métodos para toma de decisiones basados en Procesos Analíticos en Red.
2	Estrategias para la identificación de factores de riesgo importantes en los proyectos de desarrollo de software(Bannerman, 2008)(Costa, Barros, & Travassos, 2007)(Nakatsu & Iacovou, 2009).	Identifican factores de riesgo importantes en los proyectos de desarrollo de software.
3	Frameworks para la gestión de riesgos (Dey, Kinch, & Ogunlana, 2007).	Determinan condiciones específicas que impactan en la percepción del riesgo y la decisión de seguir o no con el proyecto
4	Desarrollo Ágil. Matriz de Historias de Usuario(Arora & Naresh, 2014).	Evaluación del diseño, predicción del factor de riesgo en historias de usuario(Arora & Naresh, 2014).

Tabla 1. Clasificación de los trabajos relacionados de la gestión de riesgos

Como resultado del análisis de los trabajos relacionados se observa que proponen una gran variedad de herramientas que requieren un conocimiento especializado. Además, debido a la falta de tiempo y recursos, el desconocimiento y la falta de experiencia de los desarrolladores, las pymes no escogen las más óptimas. Como una solución a esta problemática, este trabajo presenta una herramienta que apoye a las pymes a realizar una gestión de riesgos básica según sus necesidades, su forma de trabajo y entorno.

3. Desarrollo de Herramienta de Gestión de Riesgos

En este apartado se muestran los resultados obtenidos al aplicar el “Método para el Desarrollo de Catálogos enfocados en Facilitar la Implementación de Buenas Prácticas para Gestión de Proyectos de Desarrollo de Software en PyMEs”(García, Muñoz, Mejía, Martínez, Gasca-Hurtado, & Hincapié, 2016) para el desarrollo de la herramienta del área de gestión de riesgos siguiendo los 5 pasos descritos a continuación.

3.1 Realizar una búsqueda de las técnicas y herramientas a clasificar

Para realizar la búsqueda de técnicas y herramientas de la gestión de riesgos, se tomó como fuente la documentación de modelos como CMMI-DEV v1.3(Chrissis et al., 2010), PMBOK (Project Management Institute, 2013), la metodología MAGERIT(Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2012b)(Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2012a)(Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, 2012c), el modelo eSourcing Capability Model for Client Organizations – eSCM-CL (Hefley & Loesche,

2006), el estándar de la taxonomía de riesgos de IEEE(Engineering & Committee, 2001), obteniendo una selección de 28 técnicas y/o herramientas del área de gestión de riesgos.

En la Tabla 2 se presenta el listado de las técnicas y herramientas identificadas.

Técnica/Herramienta	Técnica/Herramienta	Técnica/Herramienta
1. <i>Enfoque informal</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)	10. <i>Entrevistas</i> (Públicas, 2012)	19. <i>Hoja de cálculo</i> (Chrissis et al., 2010)
2. <i>Enfoque periódico</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)	11. <i>Reuniones</i> (Públicas, 2012)	20. <i>Relación de activos a considerar</i> (Chrissis et al., 2010), (Públicas, 2012b)(Públicas, 2012a)
3. <i>Enfoque formal</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)	12. <i>Valoración Delphi</i> (Públicas, 2012)	21. <i>Lista de acción de riesgos</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)
4. <i>Lista de riesgos</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)	13. <i>Documentar la política de gestión del riesgo</i> (Hefley & Loesche, 2006)	22. <i>Análisis mediante tablas</i> (Chrissis et al., 2010), (Públicas, 2012)(Públicas, 2012)
5. <i>Análisis de estrategia de riesgos</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)	14. <i>Cuestionarios</i> (Engineering & Committee, 2001), (Accountants, 2007)	23. <i>Análisis algorítmico</i> (Públicas, 2012)(Públicas, 2012)
6. <i>Diagrama de dependencia entre activos</i> (Públicas, 2012b)(Públicas, 2012a)	15. <i>Tormenta de ideas</i> (Arbeitstechniken & Harris, 2016)	24. <i>Técnicas gráficas</i> (Públicas, 2012)(Públicas, 2012a)
7. <i>Enfoque ad-hoc</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)	16. <i>Taxonomía</i> (Chrissis, Konrad, & Shrum, 2010), (Carr, Konda, Monarch, Ulrich, & Walker, 1993), (Engineering & Committee, 2001)	25. <i>Modelo de estrategia de riesgos</i> (McManus & Wood-Harper, 2007)
8. <i>Catálogos de amenazas</i> (Chrissis et al., 2010), (Públicas, 2012)	17. <i>Lecciones aprendidas</i> (Engineering & Committee, 2001)	26. <i>Matriz de priorización de historias de riesgo</i> (Arora & Naresh, 2014)
9. <i>Árboles de ataque</i> (Públicas, 2012)	18. <i>Análisis de escenarios</i> (Engineering & Committee, 2001), (Fischer, 2011)	27. <i>Técnica de bum-down de riesgos</i> (Singh & Saxena, 2014)
		28. <i>Tablero de riesgos con dos tipos de notas</i> (Ylimannela, 2012)

Tabla 2. Listado de técnicas y herramientas de gestión de riesgos

A partir de este conjunto de técnicas, se buscó información de cada una, se revisó la información y se realizó el análisis y la clasificación de técnicas por enfoque y por nivel de dificultad.

3.2 Analizar y clasificar las técnicas por enfoque

Para realizar este análisis se establece el criterio de enfoque, que es la consideración del aspecto (Real Academia Española, 2017) que resalta la herramienta o técnica para ser ejecutada, identificándose participación directa/indirecta de personas, elementos matemáticas y elementos gráficos, los cuales se describen a continuación:

- 1) Enfoque a personas: aquellas técnicas o herramientas que se enfocan en la participación directa o indirecta de las personas. La participación directa, se refiere a la participación presencial de las personas para la realización de alguna actividad. La participación indirecta, se refiere a la participación del personal a través del uso de una aplicación software.
- 2) Enfoque matemático: aquellas técnicas o herramientas que se enfocan en el uso de fórmulas matemáticas para la gestión de riesgos.

3) Enfoque visual: aquellas técnicas o herramientas que se enfocan en la presentación gráfica del análisis de riesgos para la gestión de riesgos.

El procedimiento para realizar la clasificación de las técnicas y herramientas consistió en revisar el objetivo, los componentes y el formato que la técnica o herramienta utiliza para mostrar resultados. Este procedimiento se siguió para cada técnica y herramienta.

La Tabla 3 muestra la clasificación de las técnicas y herramientas por enfoque.

Enfoque			
Personas		Matemático	Visual
<i>Participación Indirecta:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios <i>T</i> • Enfoque formal <i>T</i> • Enfoque periódico <i>T</i> • Enfoque ad-hoc <i>T</i> • Taxonomía <i>T</i> • Hoja de Cálculo <i>H</i> • Análisis de escenarios <i>T</i> • Documentar política de gestión de riesgos <i>T</i> • Árboles de ataque <i>T</i> • Catálogo de amenazas <i>T</i> • Enfoque de lista de riesgos <i>T</i> • Análisis de estrategia de riesgos <i>T</i> • Modelo de estrategia de riesgos <i>T</i> • Relación de activos a considerar <i>T</i> 	<i>Participación Directa:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista <i>T</i> • Tormenta de ideas <i>T</i> • Enfoques Informal <i>T</i> • Lecciones aprendidas <i>T</i> • Reuniones <i>T</i> • Valoración delphi <i>T</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis algorítmico <i>T</i> • Matriz de priorización de historias de riesgos <i>T</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas gráficas <i>T</i> • Técnica de burn down de riesgos <i>T</i> • Tablero de riesgos con dos tipos de notas <i>T</i> • Análisis mediante tablas <i>T</i> • Diagrama de dependencia entre activos <i>T</i>

Tabla 3. Clasificación de técnicas y herramientas por enfoque

3.3 Analizar y clasificar las técnicas por nivel de dificultad

En este análisis se realizó la clasificación de las técnicas y herramientas de gestión de riesgos por nivel de dificultad. La dificultad se refiere al conocimiento requerido para ejecutar la técnica y herramienta. Los niveles de dificultad considerados se listan a continuación:

- 1) Complejas: aquellas técnicas o herramientas que requieren conocimiento especializado para su realización, por lo tanto, se considera difícil o compleja.
- 2) Intermedias: aquellas técnicas o herramientas que requieren de conocimientos básicos en gestión de riesgos para su realización, por lo tanto, se considera que tienen un nivel de dificultad intermedio.
- 3) Sencillas: aquellas técnicas o herramientas que no requieren conocimiento previo especializado y por lo tanto, tienden a ser fáciles de implementar.

El procedimiento para realizar la clasificación de las técnicas y herramientas consistió en revisar las instrucciones para ejecutar la técnica o el manual de

usuario de la herramienta. Así como los requerimientos de conocimiento para su uso. Este procedimiento se siguió por cada técnica y herramienta.

La Tabla 4, muestra la clasificación de las técnicas y herramientas por nivel de dificultad.

Nivel de dificultad		
Complejas	Intermedias	Sencillas
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis algorítmico <i>T</i> • Taxonomía <i>T</i> • Diagrama de dependencias entre activos <i>T</i> • Árboles de ataque <i>T</i> • Valoración delphi • Documentar la política de gestión del riesgo <i>T</i> • Análisis de escenarios <i>T</i> • Técnicas gráficas <i>T</i> • Matriz de priorización de historias de riesgo <i>T</i> • Técnica de burn-down de riesgos <i>T</i> • Análisis mediante tablas <i>T</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfoque informal <i>T</i> • Enfoque periódico <i>T</i> • Enfoque formal <i>T</i> • Lista de riesgos <i>T</i> • Análisis de estrategia de riesgo <i>T</i> • Modelo de <i>T</i> estrategia de riesgo <i>T</i> • Catálogo de amenazas <i>T</i> • Cuestionarios <i>T</i> • Tormenta de ideas • Hoja de cálculo <i>H</i> • Entrevistas <i>T</i> • Reuniones <i>T</i> • Lecciones aprendidas <i>T</i> • Relación de activos a considerar <i>T</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario <i>T</i> • Tablero de riesgos con dos tipos de notas <i>T</i> • Relación de activos a considerar <i>T</i>

Tabla 4. Clasificación de técnicas y herramientas por nivel de dificultad

3.4 Identificar el área de proceso en un modelo de capacidad y madurez integrado (CMMI-DEV v1.3)

El modelo de capacidad y madurez integrado para desarrollo es un modelo que tiene gran impacto en la mejora de los procesos a nivel organizacional y amplia aceptación a nivel internacional (Chrissis et al., 2010). El propósito del área de proceso de gestión de riesgos de acuerdo a (Chrissis et al., 2010) comprende un proceso con visión a futuro, que es una parte importante para la gestión del proyecto, cuyo propósito es la identificación de problemas potenciales antes de que éstos ocurran. De tal forma que las actividades para el tratamiento de los riesgos pueden ser planificadas e invocadas cuando sea necesario a través del ciclo de vida del producto o del proyecto para la mitigación de impactos adversos que afecten el logro de los objetivos (Accountants, 2007).

Esta área de proceso está formada por 3 metas específicas (SG) y 7 prácticas específicas como a continuación se detalla:

SG 1. Preparar la gestión de riesgos: Se establece y mantiene una estrategia para identificar, analizar y mitigar los riesgos, dicha estrategia se documenta en un plan de gestión de riesgos. Incluye las siguientes prácticas específicas:

- 1.1) Determinar las fuentes y las categorías de riesgos,
- 1.2) Definir los parámetros de riesgos y
- 1.3) Establecer una estrategia de gestión de riesgos.

SG 2. Identificar y analizar los riesgos: Se identifican los riesgos de las fuentes internas y externas, se evalúan para determinar su probabilidad y consecuencias y se clasifican para permitir su tratamiento. Incluye las siguientes prácticas específicas: 2.1) Identificar los riesgos y 2.2) Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos

SG 3. Mitigar los riesgos: Se desarrollan e implementan planes de mitigación para reducir el impacto de ocurrencia del riesgo y planes de contingencia para tratar con el impacto de los riesgos que pueden ocurrir aun cuando se intentaron mitigarlos. Incluye las siguientes prácticas específicas: 3.1) Desarrollar los planes de mitigación de riesgos y 3.2) Implementar los planes de mitigación de riesgos.

3.5 Trazar técnicas y herramientas encontradas con las prácticas propuestas en el modelo de capacidad y madurez integrado (CMMI-DEV v1.3)

En este paso se realizó una trazabilidad de las técnicas y herramientas con prácticas formales de gestión de riesgos, con la finalidad de identificar la cobertura y cumplimiento de éstas con el uso de las técnicas y herramientas. Para realizar este análisis se toman como base las metas y prácticas específicas de (Chrissis et al., 2010)enfocadas en la gestión de riesgos, identificadas en el paso anterior.

La trazabilidad entre prácticas y técnicas y herramientas se muestra en la Tabla 5.

Técnica/Herramienta	SG 1			SG 2		SG 3		Técnica/Herramienta	SG 1			SG 2		SG 3	
	SP 1.1	SP 1.2	SP 1.3	SP 2.1	SP 2.2	SP 3.1	SP 3.2		SP 1.1	SP 1.2	SP 1.3	SP 2.1	SP 2.2	SP 3.1	SP 3.2
1. Enfoque informal T	x							15. Tormenta de ideas T	x	x	x	x			
2. Enfoque periódico T				x				16. Taxonomía de riesgos T	x			x			
3. Enfoque formal	x	x		x	x			17. Lecciones aprendidas T	x	x	x	x	x	x	x
4. Lista de riesgos T	x			x				18. Análisis de escenarios T		x	x		x		
5. Análisis de estrategia de riesgos		x			x			19. Hoja de cálculo H					x		
6. Diagrama de dependencia entre activos T					x			20. Relación de activos a considerar T	x			x			
7. Enfoque ad-hoc T				x				21. Lista de acción de riesgos T					x		
8. Catálogos de amenazas T	x			x				22. Análisis mediante tablas T					x		
9. Árboles de ataque T					x			23. Análisis algorítmico T					x		
10. Entrevistas T	x			x				24. Técnicas gráficas T					x		
11. Reuniones T	x			x				25. Modelo de estrategia de riesgos T						x	x
12. Valoración Delphi T		x	x		x			26. Matriz de priorización de historias de riesgos T				x	x		
13. Documentar la política de gestión del riesgo T	x	x	x	x	x	x	x	27. Técnica de burn-down de riesgos T			x			x	x
14. Cuestionarios T	x							28. Tablero de riesgos con dos tipos de notas T			x		x	x	

Tabla 5. Trazabilidad de prácticas con técnicas y herramientas de gestión de riesgos

4. Herramienta

La herramienta desarrollada tiene como objetivo el ayudar a las pymes a realizar una gestión de riesgos básica. La herramienta de gestión de riesgos permite determinar las fuentes y categorías de riesgos; identificar los riesgos; definir los parámetros de riesgos, evaluar, clasificar y priorizar los riesgos; así como establecer una estrategia de gestión de riesgos, a través de una aplicación web.

A. Elementos que contiene la herramienta que facilita la implementación de buenas prácticas de ingeniería de software.

- *Técnicas de taxonomía de riesgos, entrevistas y cuestionarios:* permiten determinar las categorías de riesgos, identificar los riesgos, y obtener una lista de riesgos categorizados; así como obtener información de la empresa y del proyecto.
- *Técnicas de análisis mediante tablas, tormenta de ideas, valoración Delphi a través de técnicas ágiles como el Planning Póker:* permiten establecer los parámetros de impacto y probabilidad, valorar los riesgos, así como agregar acciones de mitigación y la identificación del responsable del riesgo.

- *Técnicas gráficas*: permiten visualizar los resultados de riesgos clasificados y priorizados para enfocarse en los de probabilidad e impacto críticos y así poder establecer un plan de mitigación de riesgos.

B. Requisitos

La siguiente tabla muestra el listado de los requisitos funcionales.

No.	Nombre del Req.	No.	Nombre del Req.
RF-01	Registrar usuarios de Tipo Administrador/Colaborador.	RF-09	Evaluar los riesgos
RF-02	Registrar los datos del proyecto.	RF-10	Priorizar los riesgos
RF-03	Seleccionar proyectos.	RF-11	Clasificar los riesgos priorizados por nivel de criticidad.
RF-04	CRUD de usuarios.	RF-12	Mostrar gráfico de priorización de riesgos.
RF-05	Identificar los riesgos	RF-13	Establecer una estrategia de gestión de riesgos.
RF-06	Seleccionar los riesgos que pueden afectar al proyecto.	RF-14	Autenticar usuarios
RF-07	Obtener una lista de riesgos categorizados.	RF-15	Registrar Empresa
RF-08	Establecer parámetros de evaluación		

Tabla 6. Listado de requisitos funcionales

C. Diseño

A continuación se describen los conceptos de diseño elegidos:

- *Estilo arquitectónico de capas (Layers)*: Las capas permiten aislar de forma lógica las responsabilidades del sistema: los aspectos relacionados con el usuario (Capa de presentación), el manejo de la lógica del negocio (Capa de negocio) y la persistencia de datos (Capa de datos).
- *Patrón arquitectónico MVC*: Al separar las vistas, controladores y modelos es más factible realizar la modificación de componentes sin afectar la lógica del sistema con el objetivo de mejorar el rendimiento.
- *Selección de Tecnologías*: Se eligió el Framework Django, es un Framework de Desarrollo Web, utiliza Python, HTML y Apache.

1) Vista física de la herramienta

La Figura 1 muestra la perspectiva física de la herramienta.

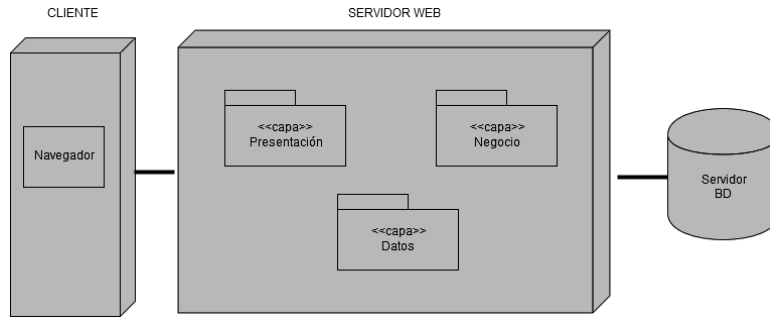


Figura 1. Vista física de herramienta de gestión de riesgos

La Tabla 7 muestra los elementos de la vista física de la herramienta:

Elemento	Responsabilidad	Propiedades
Cliente	Es el equipo mediante el cual el usuario accede a RyskSys. Puede ser un dispositivo móvil o una pc.	Navegador = Safari 7+, Google chrome 10+, Internet Explorer 10+, Firefox 30+
Servidor Web	El servidor Web contiene las capas de presentación, negocio, datos e integración.	Tipo = Apache
Servidor BD	El servidor de Base de Datos alberga la Base de Datos.	Tipo= SQLite

Tabla 7. Elementos de la vista física de la herramienta

2) Pantallas

A continuación se muestran las pantallas de la funcionalidad principal del sistema.

a) Selección de riesgos que pueden afectar al proyecto

Inicio / Selección de proyecto

Gestión de Catálogo de Riesgos

Seleccione el proyecto para el cual desea conformar el Catálogo de Riesgos.

Nombre Proyecto

Ejemplo

Aceptar

Figura 2. Selección de riesgos por proyecto

Gestión de Catálogo de Riesgos para el proyecto Ejemplo

El siguiente catálogo muestra un listado de riesgos, contiene el nombre del riesgo, su descripción y la categoría a la que pertenecen.

A continuación, marque los riesgos que desea que formen parte del catálogo de riesgos para el proyecto, después presione el botón Seleccionar

Nombre de Riesgo	Descripción	Categoría
<input type="checkbox"/> Factibilidad de los requerimientos	Es cuando hay dificultades para realizar los requerimientos.	Requerimientos-Ing. del Producto
<input type="checkbox"/> Incendio	Amenaza de incendio	Requerimientos-Ing. del Producto
<input type="checkbox"/> No claridad de requerimientos	Es cuando hay ambigüedad en los requerimientos2.	Requerimientos-Ing. del Producto

Figura 3. Selección de riesgos por proyecto

b) Obtener una lista de riesgos categorizados, identificar los riesgos, establecer parámetros de evaluación, evaluar los riesgos

Inicio

Página Principal

Bienvenido a RiskSys

RiskSys es un sistema que apoya a las Pymes a realizar una gestión de riesgos de manera sencilla.

Puede [editar su perfil](#) o [cambiar su contraseña](#).

Seleccione el proyecto con el que desea gestionar riesgos:

Nombre Proyecto

Figura 4. Selección de proyecto para iniciar evaluación de riesgos individual

Selección de Riesgos

A continuación se muestra el listado de riesgos que el administrador seleccionó para el proyecto.

Marque los riesgos que desea seleccionar para el proyecto, después presione el botón Seleccionar

Nombre de Riesgo	Descripción	Categoría
<input type="checkbox"/> Factibilidad de los requerimientos	Es cuando hay dificultades para realizar los requerimientos.	Requerimientos-Ing. del Producto
<input type="checkbox"/> Incendio	Amenaza de incendio	Requerimientos-Ing. del Producto
<input type="checkbox"/> No claridad de requerimientos	Es cuando hay ambigüedad en los requerimientos2.	Requerimientos-Ing. del Producto

Figura 5. Selección de riesgos individual

Inicio / Selección de proyecto / Selección de riesgos / Identificación de riesgos

Identificación de riesgos

A continuación se muestra el listado completo de riesgos que usted seleccionó, proceda a agregar parámetros de impacto y probabilidad, la escala de valores es del 1 al 100, después proceda a dar click en el botón Guardar

Rangos
1- 30 Bajo, 31-79 Moderado, 80-100 Crítico

Nombre de Riesgo	Probabilidad	Impacto
Factibilidad de los requerimientos	80	80
Incendio	85	85
No claridad de requerimientos	50	50

Figura 6. Identificación, establecimiento de parámetros y evaluación de riesgos individual

c) *Evaluar, priorizar y clasificar los riesgos, establecer estrategia*

Inicio / Selección de proyecto / Gestión de Riesgos

Gestión de Riesgos

La gestión de riesgos se realiza de manera consensuada, reunidos el administrador y los miembros del proyecto, analizan los riesgos listados, sus promedios de probabilidad e impacto, si están de acuerdo con los valores se da click en Guardar

Si no están de acuerdo, se seleccionan los riesgos que quieren valorar nuevamente y dan click en Nueva iteración

Nueva iteración	Riesgo	Promedio Probabilidad	Promedio Impacto	Fecha	Iteración	Nueva Probabilidad	Nuevo Impacto	Responsable	Acción Mitigación
<input type="checkbox"/>	No claridad de requerimientos	50.0	50.0	06-Mar-2017	1	50	50	Administrador	
<input type="checkbox"/>	Factibilidad de los requerimientos	80.0	80.0	06-Mar-2017	1	80	80	Administrador	
<input type="checkbox"/>	Incendio	85.0	85.0	06-Mar-2017	1	85	85	Administrador	

Figura 7. Gestión de riesgos en equipo

d) *Mostrar gráfico*

Gráfica de Riesgos del proyecto Ejemplo

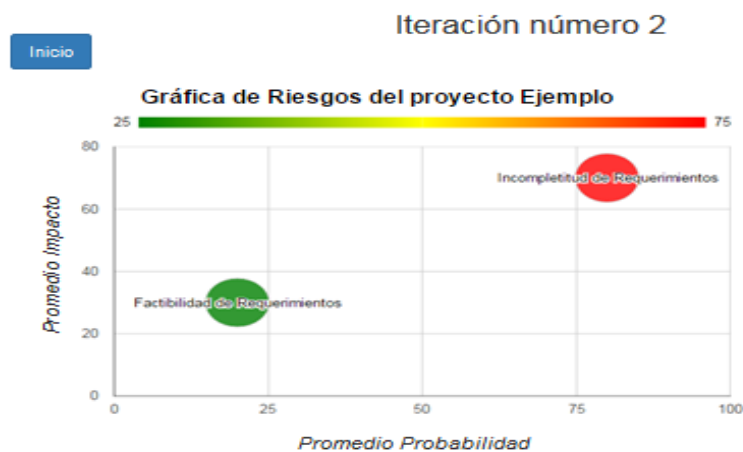


Figura 8. Gráfica de riesgos por proyecto

e) Establecer estrategia

Inicio / Selección de proyecto / Mitigación de Riesgos

Mitigación de Riesgos para el proyecto Ejemplo

Esta sección contiene información referente a los riesgos gestionados con responsable, acción de mitigación, promedios de impacto, probabilidad, filtrados por proyecto y por iteración.

Riesgo	Promedio probabilidad	Promedio impacto	Responsable	Accion Mitigación	Iteración
No claridad de requerimientos	50.00	50.00	paola	SRS	1
Factibilidad de los requerimientos	80.00	80.00	LiderP1	Bitácora	1
Incendio	85.00	85.00	LiderP1	Extintores	1

Inicio

Figura 9. Reporte de mitigación de riesgos por proyecto

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Los resultados de la realización del método arrojan que las técnicas y herramientas con mayor cobertura de prácticas específicas son: documentar la política de gestión de riesgos y lecciones aprendidas cubren el 100% de las prácticas específicas de la gestión de riesgos, después las técnicas de tormenta de ideas y enfoque formal con un porcentaje de cobertura de prácticas específicas de 57% y por último se encuentran las técnicas de valoración Delphi, análisis de escenarios y tablero de riesgos con dos tipos de notas con un porcentaje de cobertura de prácticas específicas de 43%.

La práctica específica que cuenta con la mayor cobertura de técnicas y herramientas es la SP 2.2 evaluar, clasificar y priorizar los riesgos con un porcentaje de cobertura de técnicas y herramientas, enseguida se ubica la SP 2.1 identificar los riesgos con un porcentaje de cobertura de técnicas y herramientas y finalmente se encuentra la SP 1.1 determinar las fuentes y categorías de riesgos con un porcentaje de cobertura de técnicas y herramientas de 43%.

Basado en el análisis se identificó que los elementos que debe contener una herramienta que facilite la implementación de buenas prácticas de ingeniería de software para realizar una gestión de riesgos básica son: Las técnicas de catálogo de amenazas, la taxonomía de riesgos, entrevistas y cuestionarios se pueden utilizar para obtener una lista de riesgos categorizados. Las técnicas de análisis mediante tablas y tormenta de ideas se pueden utilizar para obtener una lista de riesgos con parámetros establecidos de impacto y probabilidad, así como la identificación del responsable del riesgo. Las técnicas gráficas permiten visualizar resultados de riesgos clasificados y priorizados.

La herramienta de gestión de riesgos proporcionará a las pymes el conocimiento de un conjunto de técnicas y herramientas que permiten llevar a cabo una gestión de riesgos básica, con lo cual se está impulsando la implementación de buenas prácticas de ingeniería de software enfocadas en la

gestión de riesgos. Como trabajo futuro se está preparando un caso de estudio para validar la herramienta en un entorno real.

Referencias

Accountants, I. of M. (2007). Enterprise Risk Management: Tools and Techniques for effective implementation, 34.

Arora, A., & Naresh, C. (2014). A Risk Based Story Prioritization Technique In An Agile Environment. *International Journal of Advance Foundation and Research in Computer*, 1(7), 16–25.

Bannerman, P. L. (2008). Risk and risk management in software projects: A reassessment. *Journal of Systems and Software*, 81(12), 2118–2133. <http://doi.org/10.1016/j.jss.2008.03.059>

Carr, M., Konda, S., Monarch, I., Ulrich, F., & Walker, C. (1993). Taxonomy-based risk identification. *Software Engineering Institute*, (June), 1–24. <http://doi.org/CMU/SEI-93-TR-006>

Chrissis, M., Konrad, M., & Shrum, S. (2010). CMMI para Desarrollo: Guía para la integración de procesos y la mejora de productos, Versión 1.3. Retrieved from <http://www.sei.cmu.edu/library/assets/whitepapers/Spanish Technical Report CMMI V 1 3.pdf>

Contact, M. (2014). Tendencias de crecimiento y adopci{ó}n de TI en M{é}xico para 2015. Retrieved from <http://mundocontact.com/tendencias-de-crecimiento-y-adopcion-de-ti-en-mexico-para-2015/>

Costa, H. R., Barros, M. de O., & Travassos, G. H. (2007). Evaluating software project portfolio risks. *Journal of Systems and Software*, 80(1), 16–31. <http://doi.org/10.1016/j.jss.2006.03.038>

Dey, P. K., Kinch, J., & Ogunlana, S. O. (2007). Managing risk in software development projects: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 107(2), 284–303. <http://doi.org/10.1108/02635570710723859>

Durón, B., Muñoz, M., & Mejía, J. (2013). Actual state of implementing software process improvements in software organizations. *Information Systems and Technologies (CISTI)*, 2013 8th Iberian Conference on, 1–7.

Engineering, S., & Committee, S. (2001). IEEE Standard for Software Life Cycle Processes — Risk Management.

Real Academia Española. (2017). enfocar. Retrieved from <http://dle.rae.es/?id=FIJ8jj4>

García, Y.-M., Muñoz, M., Mejía, J., Martínez, J., Gasca-Hurtado, G. P., & Hincapié, J.-A. (2016). Método para el Desarrollo de Catálogos enfocados en Facilitar la Implementación de Buenas Prácticas para Gestión de Proyectos de Desarrollo de Software en PyMEs Method for Developing Catalogs focused on Facilitating the Implementation of Best Practices fo. 2016 International Conference on Software Process Improvement (CIMPS), 1–8. <http://doi.org/10.1109/CIMPS.2016.7802805>

Gómez, G. E., Aguilera, A. A., Ancona, G. B., & Gómez, O. S. (2014). Avances en las Mejoras de Procesos Software en las MiPyMEs Desarrolladoras de Software: Una Revisión Sistemática, 2(4), 262–268.

Hefley, B., & Loesche, E. A. (2006). eSourcing Capability Model for Client Organizations – eSCM-CL, 450. <http://doi.org/CMU-ITSQC-006-02>

ISO. (2012). INTERNATIONAL STANDARD ISO / IEC ISO/IEC 15504-5 Information technology — Security.

ISO. (2013). ISO/IEC 27001:2013 - Information technology -- Security techniques - - Information security management systems -- Requirements. Retrieved from http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?number=54534&goback=.gde_4016468_member_276597883#

Mas, Antonia; Amengual, E. (2005). La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresas (pyme). Un nuevo modelo y su aplicación a un caso real. REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad E Ingeniería Del Software, 14. Retrieved from file:///C:/Users/user/Downloads/La mejora de los procesos de software en las pequeñas y medianas empresas (pyme). Un nuevo modelo y.pdf

Mohan, K. K., Srividya, A., & Verma, A. K. (2010). ANP-based software reliability prediction using PoCs and subsequent employment of orthogonal defect classification measurements for risk mitigation during prototype studies. International Journal of Systems Assurance Engineering and Management, 1(1), 11–16. <http://doi.org/10.1007/s13198-010-0006-9>

Nakatsu, R. T., & Iacovou, C. L. (2009). A comparative study of important risk factors involved in offshore and domestic outsourcing of software development projects: A two-panel Delphi study. Information and Management, 46(1), 57–68. <http://doi.org/10.1016/j.im.2008.11.005>

Navarro, J. M., & Garzías, J. (2010). Experiencia en la implantación de CMMI-DEV v1.2 en una micropyme con metodologías ágiles y software libre. Revista Española de Innovación, Calidad E Ingeniería Del Software, 6(1), 6–15.

Pino, F., García, F., & Piattini, M. (2006). Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro , pequeñas y medianas empresas. Revista Espa

Nola de Innovación Calidad E Ingeniería Del Software REICIS, 2(1), 6–23. Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/922/92220103.pdf>

Pressman, R. (2010). *Ingeniería Del Software Un enfoque práctica*. (McGraw-Hill Interamericana, Ed.) (7th ed.). México.

Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (5th ed.)*. Pennsylvania, USA: Project Management Institute.

Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. (2012a). *MAGERIT- versión 3.0 Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información Libro II - Catálogo de Elementos*, 75. Madrid, España. Retrieved from http://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Magerit.html

Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. (2012b). *MAGERIT - versión 3.0 Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información Libro I - Método*, 127. Madrid, España. Retrieved from http://administracionelectronica.gob.es/pae_Home/pae_Documentacion/pae_Metodolog/pae_Magerit.html

Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. (2012c). *MAGERIT - versión 3.0 Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información Libro III - Guía de Técnicas*, 42. Madrid, España. Retrieved from http://administracionelectronica.gob.es/ctf/resources/Soluciones/184/Area_descargas/Libro-III-Guia-de-ecnicas.pdf?idIniciativa=184&idElemento=87&idioma=en

Rajchel, L., Takahashi, M., Fumy, W., Soete, M. De, Humphreys, E. J., Chikazawa, T., ... Min, J. (2011). *International Standard Iso / Iec (Vol. 1)*.

Richardson, I. (2001). *Software process matrix: a small company SPI model*. *Software Process: Improvement and Practice*, 6(3).

Rivas, L., Perez, M., Mendoza, L. E., & Grimán, A. (2010). *Selection model for Software Project Management tools in SMEs*. 2010 2nd International Conference on Software Technology and Engineering, ICSTE 2010, 1, V192–V196. <http://doi.org/10.1109/ICSTE.2010.5608904>

Tomer, A. (2015). *Software Mangineeringment ;*, (March), 5–11.

Torrecilla-Salinas, C. J., Sedeño, J., Escalona, M. J., & Mejías, M. (2015). *Estimating, planning and managing Agile Web development projects under a value-based perspective*. *Information and Software Technology*, 61, 124–144. <http://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.01.006>

Wangenheim, C. G. Von, Carlo, J., Hauck, R., & Wangenheim, A. Von. (2009). Enhancing Open Source Software in Alignment with CMMI-DEV, (April), 59–67.

Notas biográficas:



Yolanda Meredith García Molina es Licenciada en Informática, egresada del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte (ITSZN) en 2005, mismo año en que ingresó a laborar al ITSZN y colabora como docente e imparte materias afines a las Ciencias Computacionales e Ingeniería de Software en las carreras de: Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Informática, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería en Gestión Empresarial, a su vez participó en proyectos de la institución como Estudio de Factibilidad para apertura de una nueva carrera, Acreditación de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y fungió como secretaria de Academia de Informática y Sistemas. Está certificada en Kanban Training así como en Microsoft Project 2007. Actualmente estudia la Maestría en Ingeniería del Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Sus temas de interés son: modelos de calidad, gestión de proyectos de desarrollo de software, desarrollo de software, seguridad informática y arquitectura de software, ha desarrollado algunos sistemas de software.



Mirna Ariadna Muñoz Mata, Doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid, en Madrid España, con mención de “Doctorado Europeo”. Ha realizado una estancia posdoctoral en la Universidad Carlos III de Madrid, España. Actualmente es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) - Unidad Zacatecas en el área de Ingeniería de Software y es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de gobierno y de vinculación con la industria. Ha participado en proyectos con la empresa everis consulting. Ha participado en el equipo de traducción oficial al español reconocida por el SEI del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3. Es miembro del comité científico de diversos congresos. Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos, implementación de mejora de procesos software, entornos multi-modelo y modelos y estándares de calidad. Es autora del libro Metodología Multimodelo para Implementar Mejoras de Procesos Software.



Jezreel Mejía Miranda es doctor en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España, donde se le concedió la nota máxima, Cum Laude, y mención de "Doctorado Europeo". Realizó una estancia de investigación para obtener el doctorado europeo en la Universidad Fernando Pessoa en Oporto, Portugal. Previamente, en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, cursó la maestría en Ciencias de la Computación y la licenciatura en Informática.

Es miembro del grupo de investigación Cátedra de Mejora de Procesos Software en el Espacio Iberoamericano (MPSEI), donde participa en proyectos internacionales de investigación con entidades educativas y de gobierno (Instituto Tecnológico de Orizaba; Instituto Regional de Zacatecas; Facultad de Informática de la UPM) y de vinculación con la industria (clúster de empresas de desarrollo de software en Zacatecas). Asimismo, es miembro del comité científico de diversos congresos internacionales como: CISTI (2009-2013), CERMA (2009-2013), del Coloquio de Investigación Multidisciplinaria del Instituto Tecnológico de Orizaba (2011) y del Infonor Chile 2012 y de la revista internacional RISTI (2010-2013). Ha publicado diversos artículos técnicos en temas relacionados con la gestión de proyectos, entornos multi-modelo, modelos y estándares de calidad y temas relacionados en entornos outsourcing. También ha participado en proyectos de la empresa multinacional everis consulting. Actualmente, el Dr. Jezreel Mejía Miranda es investigador del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (Cimat), Unidad Zacatecas, en el área de Ingeniería de Software. También forma parte del equipo oficial de traducción al español del libro CMMI-DEV v1.2 y 1.3, versiones reconocidas por el prestigioso Software Engineering Institute (SEI) de la Carnegie Mellon University. Como investigador, sus áreas de interés son: entornos multi-modelo, gestión de proyectos software, modelos y estándares de calidad (CMMI, ISO, TSP, PSP, etc.), metodologías ágiles, métricas, mejora de procesos en entornos outsourcing y entornos de desarrollo tradicional. Cuenta con certificación en CMMI e ISO 20000.



Gloria Piedad Gasca Hurtado. Desde la finalización de sus estudios de Ingeniería de Sistemas en la Universidad Autónoma de Colombia en 2001, la Dra. Gloria Piedad Gasca ha trabajado en temas relacionados con Ingeniería de Software. Obtuvo el diploma de Especialista en Auditoría de Sistemas de la Universidad Santo Tomás en 2004, y en 2006

el diploma de Estudios Avanzados en Informática (DEA) de la Universidad Politécnica de Madrid. Entre 2005 y 2010, trabajó como investigadora del Departamento de Lenguajes, Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software de la Universidad Politécnica de Madrid bajo el proyecto Cátedra para la Mejora de Procesos en el Espacio Iberoamericano en Madrid (España). A mediados de 2010, la Dra. Gasca obtuvo el título de Doctora en Informática por

la Universidad Politécnica de Madrid. Después de finalizar su doctorado, regresa a Colombia para trabajar con la Universidad de Medellín como investigadora y Jefe de la Maestría en Ingeniería de Software. Hoy en día la Dra. Gasca participa en proyectos de investigación de mejora de procesos y calidad de software con instituciones de Chile y España, ha participado en conferencias internacionales, ha publicado artículos científicos en revistas internacionales y hace parte del equipo de traducción oficial de los modelos de mejora de procesos CMMI del Software Engineering Institute.



Jesús Andrés Hincapié Londoño. Es Ingeniero de Sistemas y Magister en Informática de la Universidad de Antioquía. Actualmente se desempeña como docente investigador de tiempo completo en la Universidad de Medellín, Colombia. Su trabajo en la docencia se ha enfocado en las áreas de algoritmia y programación, diseño y arquitectura de software y metodología de investigación. En investigación ha participado en proyectos y en publicaciones relacionadas con generación automática de software, composición de servicios web, líneas de productos de software y mejora de procesos de software.



Juan Manuel Martínez Martínez es Licenciado en Informática, egresado del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Norte (ITSZN) en el año 2005. Cuenta con dos años de experiencia como docente en nivel medio superior, siete años como Jefe de Oficina de Servicios Escolares y un año como responsable de Centro de Cómputo dentro del mismo subsistema educativo. Está certificado en Kanban Training y en Microsoft Office. Actualmente estudia la Maestría en Ingeniería del Software en el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) Unidad Zacatecas. Entre sus temas de interés se encuentran: modelos y estándares de calidad, seguridad en tecnologías de información, metodologías para realizar pruebas de penetración, desarrollo de aplicaciones web y móviles, y aseguramiento de la calidad del software.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.