



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 9

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS INFORMÁTICAS.**

**Guía de Métricas para la Gestión de Riesgos en Proyectos de
Desarrollo de Software de la Universidad de las Ciencias Informáticas.**

Autoras: Ariadna Matos Borges

Yunitza Santana González

Yunitza Santana González

Tutora: Msc. Ing. Yeleny Zulueta Veliz.

Julio, 2008

Ciudad de la Habana, Cuba

"Año del 50 Aniversario de la Revolución"

Revisión y actualización de la guía de métricas para la gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Revisión y actualización de la guía de métricas para la gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software de la Universidad de las Ciencias Informáticas.

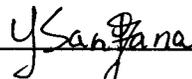
Declaramos ser autoras de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste, firmamos la presente a los 5 días del mes de Julio del año 2008.



Ariadna Matos Borges

Autora



Yunitza Santana González

Autora



Msc. Ing. Yeleny Zulueta Veliz

Tutora

Título: Guía de Métricas para la Gestión de Riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI.

Autoras: Ariadna Matos Borges

Yunitza Santana González

El tutor del presente Trabajo de Diploma considera que durante su ejecución el estudiante mostró las cualidades que a continuación se detallan:

Por todo lo anteriormente expresado considero que las estudiantes están aptas para ejercer como Ingenieras en Ciencias Informáticas; y propongo que se le otorgue al Trabajo de Diploma la calificación de:

Firma

Fecha

A la memoria de mi abuelo Jorge Borges Jiménez,

Ariadna

A mi Mamá y Abuela, por todo su amor. Este triunfo es de ustedes....

Yunitza

A mis padres por la paciencia, el amor y el apoyo.

A mi hermana por jugar su rol como nadie.

A mi abuela por su ayuda incondicional.

A mis amigas Chachi y Darys por contribuir a este logro.

A mis amigas de las buenas y las malas.

A mis compañeras y compañeros de aula.

A Yeleny y a Alleyne por su dedicación a este empeño.

A todos lo que de una forma u otra estuvieron presentes...

Ariadna

A toda mi familia y en especial a mi mamá por toda la dedicación.

A mis abuelos, en especial mi abuela Miriam por preocuparse tanto por mí y por toda su fe, todo el amor y apoyo; por hacer de mí la persona que soy.

A mis tíos y en especial a Tera por ayudarme en todo momento.

A Albe por tener confianza en mí, te quiero mucho.

A mis compañeros de aula.

A mis amistades, Diana, Nayla, Ody, Reina por estos cinco años.

A mi tutora por su apoyo incondicional.

A los que se me quedan...

En fin a todas las personas que me llevan en su corazón, Muchas Gracias,

Yunitza

Las métricas son utilizadas para la toma de mejores decisiones, pues son el medio con que cuentan los profesionales para controlar, predecir, monitorear el desarrollo del software. La Gestión de Riesgos (GR), es un proceso que formaliza el conocimiento orientado a minimizar los riesgos del software que generan incertidumbre y efecto, mediante la generación de principios y buenas prácticas de aplicación realista. Debido a que se ha intentado medir un proceso que no se había medido en el pasado, el empleo de métricas en las GR ha sido un tema tratado de forma muy superficial, por lo que los datos que existen actualmente no aportan suficiente documentación si se desea consultar o emplear un sistema específico para medir la GR.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) institución de nuevo modelo de formación–producción–investigación, no cuenta con una herramienta eficaz para controlar los procesos y valorar la calidad de la gestión de riesgos. Por la razón antes expuesta, el objetivo fundamental de este trabajo se centra en crear una Guía de métricas que permita valorar y monitorear la GR en proyectos de desarrollo de software en la UCI.

La propuesta consta de un programa de doce métricas, definidas para cada una de las fases propuestas por el modelo de GR para la UCI. Los diferentes tipos de métricas se diferencian en cuanto a sus funciones dentro del proceso de gestión tratando de abarcar todas las áreas medibles. En este documento se detallan los métodos científicos y técnicas utilizadas para el desarrollo de la investigación, se describen los procesos para la concepción de las métricas y la definición de cada métrica cuenta con una descripción exhaustiva que además, aporta sugerencias al consultor de la guía de métricas.

Palabras Claves:

Medición, Métrica, Riesgo, Gestión de Riesgos, Proyecto de desarrollo de software.

Introducción	1
Capítulo I: Métricas en la Gestión de Riesgos. Fundamentos Teóricos.	6
Introducción	6
1.1. Mediciones de Software.....	6
1.2. Métricas de Software.....	7
1.3. Métricas en el Proceso de Desarrollo de Software.....	8
1.4. Reglas Básicas para Definir Métricas.....	12
1.5. Riesgos de Software.....	13
1.6. Gestión de Riesgos.....	14
1.6.1. Generaciones de la Gestión de Riesgos.....	14
1.7. Métricas en la Gestión de Riesgos.....	16
1.7.1. Modelo de Boehm.....	16
1.7.2. Modelo del SEI.....	18
1.7.3. Modelo de Hall.....	20
1.7.4. Modelo de McFarlan.....	21
1.7.5. Drive SPI.....	23
1.7.6. MAGERIT.....	25
1.8. Resumen del Empleo de Métricas en los Modelos de GR.....	26
1.9. Metodología a Base de Métricas para Medir el Riesgo.....	29
Conclusiones del Capítulo I.....	33
Capítulo II: Guía de Métricas para la GR. Procedimiento para su Concepción	34
Introducción.....	34
2.1. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).....	34
2.2. Gestión de Riesgos en la UCI.....	35
2.3. Acciones para Gestionar Riesgos en la UCI.....	37
2.4. Propuesta Actual para Gestionar Riesgos en la UCI.....	38
2.4.1. Análisis de los Enfoques de GR en Correspondencia con las Necesidades y Acciones de la UCI.....	39
2.4.2. Carencias del Modelo.....	42

2.5.	Empleo de Métricas para Gestionar Riesgos en la UCI.....	42
2.6.	Concepción de la Guía de Métricas.....	45
2.7.	Proceso de Definición de las Métricas.....	47
2.7.1.	Proceso de Planificación de la GR.....	48
2.7.2.	Proceso de Identificación de los Riesgos.....	49
2.7.3.	Proceso de Análisis de los Riesgos.....	50
2.7.4.	Proceso de Planificación de Respuestas.....	51
2.7.5.	Proceso de Seguimiento y Control.....	52
2.7.6.	Proceso de Comunicación de los Resultados.....	53
2.8.	Resumen Sobre el Proceso de Definición de Métricas.....	53
	Conclusiones del Capítulo II.....	55
	Capítulo III: Definición y Evaluación de la Guía de Métricas para la GR.....	56
	Introducción.....	56
3.1.	Guía de Métricas para la GR en Proyectos de Desarrollo de Software.....	56
3.1.1.	Métrica de Estimación de Costos.....	57
3.1.2.	Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).....	58
3.1.3.	Métrica de Precisión de Fuentes (MPF).....	59
3.1.4.	Métrica de Precisión de Categoría (MPC).....	60
3.1.5.	Métrica de Exposición del Riesgo (MER).....	61
3.1.6.	Métrica de Situación de Riesgos (DRS).....	62
3.1.7.	Métrica de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM).....	63
3.1.8.	Métrica de Idoneidad del Plan de Contingencia (MIC).....	64
3.1.9.	Métrica de Idoneidad de las Técnicas (IEE).....	65
3.1.10.	Métrica de Idoneidad de las Herramientas (IHE).....	66
3.1.11.	Métrica de Idoneidad de los Resultados (MPR).....	68
3.1.12.	Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).....	70
3.2.	Características de la Guía de Métricas.....	70
3.3.	Evaluación de la Propuesta de Métricas.....	72
3.3.1.	Evaluación por el Método de Multicriterio de Expertos.....	73
3.3.2.	Aplicación de la Propuesta en el proyecto de Desarrollo de Software "A Jugar".....	78

3.3.3. Presentación de la Guía de Métricas en Eventos Científicos.....	79
Conclusiones del Capítulo III	81
Conclusiones	82
Recomendaciones	83
Referencias Bibliográficas.....	84
Bibliografía.....	85
Glosario de Términos y Acrónimos.....	87
Términos.....	87
Acrónimos.....	91
Anexos.....	92
Anexo # 1. Guía para Encuesta a los Líderes de Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI. ...	92
Anexo # 2. Anexo 2. Guía para Entrevista a la Msc Yeleny Zulueta Veliz.	94
Anexo # 3. Anexo 3. Cuestionario para la evaluación de la propuesta.....	95
Anexo # 4. Guía para entrevista al Gestor de Riesgos del Proyecto "A jugar".	97
Anexo # 5. Encuesta de la Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).	98
Anexo # 6. Encuesta de la Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).	101

Índice de Figuras.

Figura 1: Fases y Actividades de la GR en el Modelo de Boehm.....	16
Figura 2: Actividades a Realizar durante el Proceso Evaluación SER.....	19
Figura 3: Disciplinas del Modelo de Hall.	21
Figura 4: Modelo de Procesos de MAGERIT.	25
Figura 5: Empleo de Métricas en los Modelos de GR.....	28
Figura 6: Existencia de Modelos para la GR.	36
Figura 7 : Acciones para Gestionar Riesgos.	36
Figura 8 : Fases de la GR.	37

Figura 9: Existencia de Métricas para Gestionar Riesgos.	43
Figura 10: Fases donde se Emplean las Métricas.....	44
Figura 11: Árbol de Problemas.....	45
Figura 12: Estructura de Procesos del Modelo de GR para la UCI.....	46
Figura 13: Balance de los Tipos de Métricas.....	72

Índice de Tablas.

Tabla 1: Valores de los factores de Riesgo según el Modelo McFarlan.	22
Tabla 2: Empleo de Métricas en la GR.....	27
Tabla 3: Cálculo del RiskChange (Cambio del Riesgos) para cuatro categorías de requerimientos de riesgo.....	30
Tabla 4: Correspondencia de los modelos de calidad con el modelo de GR.	41
Tabla 5: Métricas en el Proceso de Planificación de la GR.	49
Tabla 6 : Métricas en el Proceso de Identificación de los Riesgos.	50
Tabla 7 : Métricas en el Proceso de Análisis de los Riesgos.....	51
Tabla 8: Métricas en el Proceso de Planificación de Respuestas.....	52
Tabla 9: Métricas en el Proceso de Seguimiento y Control.	52
Tabla 10: Métricas en el proceso de Comunicación de los Resultados.	53
Tabla 11: Métrica de Estimación de Costos (MEC).	57
Tabla 12: Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).	58
Tabla 13: Métrica de Precisión de Fuentes (MPF).	60
Tabla 14: Métrica de Precisión de Categorías (MPC).....	61
Tabla 15: Métrica de Exposición del Riesgo (MER).	62
Tabla 16: Métrica de Situación de Riesgos (DRS).	62
Tabla 17: Métrica de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM).	64
Tabla 18: Métrica de Idoneidad del Plan de Contingencia (MIC).	65
Tabla 19: Métrica de Idoneidad de las Técnicas (IEE).	66
Tabla 20: Métrica de Idoneidad de las Herramientas (IHE).	67
Tabla 21: Métrica de Idoneidad de los Resultados.....	69
Tabla 22: Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).	70

Tabla 23: Expertos e Identificadores del Proceso de Evaluación de Expertos. Búsqueda de alternativas.	74
Tabla 24: Alternativas e Indicadores del Proceso de Evaluación de Expertos.....	76
Tabla 25: Asignación de Pesos a las Alternativas.....	77
Tabla 26: Alternativas a Evaluar.	96
Tabla 27: Cuestionario de Roles	98
Tabla 28: Cuestionario sobre Actividades y Responsabilidades del Gestor de Riesgos.....	99
Tabla 29: Cuestionario sobre Actividades y Responsabilidades del Equipo de GR.....	100
Tabla 30: Cuestionario sobre Actividades y Responsabilidades del Equipo de Seguimiento y Control.	100

El surgimiento de la medición está aparejado al surgimiento de la humanidad. El hombre primitivo necesitó tener una noción del transcurso de los días, y logró medir el tiempo. Sus inquietudes por comprender y dominar todos los aspectos, y fenómenos aún desconocidos en su vida, lo indujeron a intentar medir aspectos como la tierra y la distancia a la luna. De allí el nombre de Geometría, que significa "medición de la tierra". El hombre desarrollado logró establecer técnicas y métodos de medición, que permitieron un mejor conocimiento de algunos fenómenos como el de combustión de la materia en la Química, y determinó a través de la medición, la proporción entre dimensión o suceso de los objetos, en la Física. Actualmente la medición se aplica en la Arqueología, la Astrología, la Astronomía, la Biología, la Geografía, incluso en la Psicología y la Psiquiatría. En el mundo de la Ingeniería, se mide: potencia de consumo, pesos, dimensiones físicas, temperaturas, voltajes, señales de ruidos por mencionar algunos aspectos [1].

La ingeniería de software es una disciplina joven, por lo que no ha alcanzado un grado de madurez como otras disciplinas. Comprende multitud de técnicas y conocimientos específicos para el diseño, construcción y mantenimiento del software, a través de metodologías para su desarrollo. Estos conocimientos específicos están sujetos a restricciones de calidad, tiempo y coste.

La particularidad de este tipo de ingeniería radica en las peculiaridades que diferencian al software de otros productos. Resulta importante la medición de software para conseguir incrementar su calidad y productividad en el desarrollo y mantenimiento del mismo. [2]

Las mediciones de software se conocen también como métricas de software. En su estudio sobre la Calidad y la Medición de Sistemas de Información, los profesores Coral Calero, Ismael Caballero, M^a Ángeles Moraga y Manuel Serrano, plantean que las métricas se pueden definir como: "La continua aplicación de técnicas basadas en la medición al proceso de desarrollo de software y a sus productos para proveer información administrativa significativa y oportuna, junto con el uso de esas técnicas para mejorar el proceso y sus productos." Las métricas son utilizadas para que los profesionales e investigadores puedan tomar las mejores decisiones, pues constituyen un buen medio para entender, monitorear, controlar, predecir y probar el desarrollo software y los proyectos de mantenimiento.[3]

Se hace muy necesario efectuar dentro de la ingeniería de software un procedimiento que permita organizar y administrar recursos de manera tal que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el

proyecto dentro del alcance, el tiempo, y coste definidos. En esta área denominada Gestión de Desarrollo de Software se han empleado métricas a partir de la idea de que en gestión es un criterio básico que "Lo que no se puede medir, no se puede controlar. Sin control por tanto no puede haber gestión y sin gestión no hay dirección". [4]

Durante cualquier etapa del desarrollo de un proyecto, factores como el entorno tecnológico, los recursos necesarios, las herramientas utilizadas, los requerimientos del cliente y la estabilidad del personal, pueden modificarse sustancialmente y, por tanto, pueden darse consecuencias no previstas inicialmente que alteren su desarrollo. Estas "sorpresas" o eventos no son más que los riesgos. Conocer los riesgos a los que están sometidos los elementos de trabajo es, simplemente, imprescindible para poder gestionarlos.

Los riesgos pueden originar desastres, retraso de trabajo y sobre-trabajo, por lo que gestionar riesgos posibilita el aprovechamiento óptimo de recursos y provoca, como consecuencia, el aumento de ganancias y la disminución de pérdidas. [8]

Aunque los diversos enfoques de la GR dentro de la gestión de proyectos de software aparecieron hace más de una década, sigue siendo evidente la poca utilización de sus técnicas en los proyectos de desarrollo de software actuales y por ende ha sido pobre el tratamiento de las métricas durante su desarrollo, debido a que se ha intentado medir un proceso que no se había medido en el pasado.

Las métricas en la gestión de riesgos dentro de los proyectos de desarrollo de software ha sido un tema investigado, pero a su vez poco tratado e implementado. Se han establecido diferentes métricas las cuales permiten monitorear y valorar la Gestión de Riesgos, sin embargo no se ha establecido una guía eficaz que nos permita gestionar los riesgos de forma más efectiva.

Ante la **Situación Problemática** anteriormente descrita surge el **Problema a Resolver**:

¿Cómo valorar la calidad de la Gestión de Riesgos en los proyectos de desarrollo de software?

Con vista a la solución del problema planteado se establece como **Objeto de Estudio de la Investigación**: Empleo de Métricas en los modelos de GR.

Se concibe como **Objetivo General**: Definir métricas que permitan monitorear y valorar la Gestión de Riesgos en un proyecto de desarrollo de software, y se plantean **Objetivos Específicos**:

- Investigar sobre las tendencias actuales en el análisis de los riesgos en proyectos de desarrollo de software.
- Definir métricas a utilizar en los distintos procesos de la Gestión de los riesgos.
- Crear una guía para la utilización de las métricas definidas.
- Obtener evaluación de la propuesta por expertos.
- Aplicar en un proyecto de desarrollo de Software.

Las métricas utilizadas en la planificación, identificación, análisis y respuestas a los riesgos así como en su seguimiento, control y comunicación de los resultados de los procesos anteriores en el desarrollo de un proyecto de software, están precisadas por el **Campo de acción**.

A partir de los estudios y las investigaciones realizadas en función de resolver la problemática planteada, surge la **Hipótesis**, donde se plantea que:

Si se realiza un análisis de las tendencias de las métricas en el campo del desarrollo de software y la GR, se podrá definir una guía que permita monitorear y valorar los resultados y procesos de la GR en proyectos de desarrollo de software de la UCI.

Con la intención de que se cumplan los objetivos trazados durante la concepción de la investigación se estableció una secuencia de **tareas** a cumplir que consisten en:

- Analizar las tendencias actuales de las métricas en la GR.
- Identificar actividades y resultados fundamentales.
- Definir las métricas para la Planificación de la GR, Identificación, Análisis, Planificación de respuestas, Seguimiento y control y Comunicación de los Resultados.
- Aplicar el método de Multicriterio de Expertos.
- Aplicar en un Proyecto de Desarrollo de Software.

La **Estrategia de la Investigación** a utilizar es la **Exploratoria**. El hecho de que no exista una documentación sobre la valoración de la calidad de la Gestión de Riesgos a través de la utilización de métricas, provoca la necesidad de buscar las fuentes de información que permitan conocer la situación actual de la temática en estudio y definir su factibilidad de ejecución, elaborar el diseño de investigación, formular el problema, la hipótesis, los métodos y procedimientos más apropiados.

Los **métodos de investigación** empleados se dividen en teóricos y empíricos. Los teóricos están representados por:

El Método Histórico-Lógico: Permite estudiar el desarrollo del empleo de las métricas en la GR a través de sus tendencias actuales. La investigación arroja no solo resultados descriptivos sino que establece una lógica objetiva del desarrollo de las métricas en la GR.

Método Hipotético –Deductivo: Toma como punto de partida la definición de la hipótesis, llegando a nuevos conocimientos y estableciendo predicciones sustentadas en la investigación de las métricas en la GR. Una vez concretada la creación de la guía para la utilización de métricas previamente definidas, es sometida a verificaciones empíricas durante los procesos de evaluación con método de multicriterio de expertos y la aplicación de la propuesta en un proyecto de desarrollo de software.

El método Analítico-Sintético: Cuenta con el análisis, que permitió desglosar el estudio de las métricas en la GR en investigaciones independientes en función de indagar en aspectos específicos (como son el estudio de modelos, metodologías y procesos) para facilitar su estudio. Mediante la Síntesis estos aspectos se interrelacionan dialécticamente para obtener una propuesta concreta.

Métodos Empíricos:

- **El Método Experimental** se emplea al ser probada la eficacia de la propuesta mediante la aplicación en un proyecto de desarrollo de software..
- **El Método Particular** se utiliza al aplicar la **Encuesta y la Entrevista**.

La Encuesta se aplica con el objetivo de conocer si en los proyectos de desarrollo de software se emplea la GR y si se utilizan métricas. La población estará constituida por todos los proyectos de desarrollo de software de la UCI (167). La Muestra escogida estará representada por el 20% y la Técnica de Muestreo será Intencional debido a que se escogen los proyectos con más años de trabajo y experiencia.

Además se utiliza como herramienta durante la aplicación del método de multicriterio de expertos, pues los resultados obtenidos brindarán los datos necesarios para comprobar la calidad y efectividad de los resultados de las investigaciones, tanto en la concepción teórica como la aplicación en la práctica social.

La Entrevista se emplea con el Objetivo de indagar sobre las características y peculiaridades del modelo de GR para la UCI. Se considerará una muestra y una población de un individuo, utilizando el muestreo intencional, técnica no probabilística que permite elegir explícitamente los elementos que son representativos o con posibilidades de brindar mayor información.

También se emplea para establecer la valoración de los resultados de la aplicación de la propuesta en un proyecto de desarrollo de software. Considerando una muestra y una población de un individuo.

Para facilitar su comprensión, el documento está estructurado en tres capítulos:

En el Capítulo I: Métricas en la Gestión de Riesgos. Fundamentos Teóricos, se esclarecen conceptos que sustentan la investigación. Se realiza un análisis sobre el empleo de las métricas, a través de sus tendencias actuales; tanto en la Gestión de Riesgos como en el proceso de Desarrollo Software. Se exponen puntos importantes, que tienen repercusión directa en la creación de la propuesta.

En el Capítulo II: Guía de Métricas para la GR: Procedimiento para su Concepción, se realiza un estudio sobre las acciones que se acometen para gestionar riesgos en los proyectos de desarrollo de software en la UCI, indagando a la vez sobre el nivel de conocimiento de la existencia y/o empleo de métricas para el monitoreo de la GR. Los resultados obtenidos del estudio muestran un mejor dominio de la situación problemática. Se muestra la existencia de un modelo para gestionar riesgos en la UCI, así como el procedimiento seguido para la concepción de la propuesta de métricas definidas en función del modelo aludido.

En el Capítulo III: Definición y Evaluación de la Guía de Métricas para la GR, se muestra la Guía de métricas y se muestran las valoraciones obtenidas durante la evaluación de los expertos, la aplicación en un proyecto de desarrollo de software, y se presentan los resultados alcanzados durante la presentación de la investigación en eventos científicos, en aras de comprobar la calidad y efectividad de la propuesta.

Introducción

En el capítulo se esclarecen conceptos que sustentan la investigación. Se realiza un análisis sobre el empleo de las métricas, a través de sus tendencias actuales; tanto en la GR como en el proceso de Desarrollo Software. Se exponen puntos importantes de la GR, que tienen repercusión directa en la creación de la propuesta.

1.1. Mediciones de Software.

Para lograr una buena calidad del producto es necesario identificar las mediciones y los criterios que serán utilizados para identificar el nivel deseado de la calidad y determinar si se está alcanzando. Las mediciones describen el método para capturar los datos que serán utilizados para evaluar la calidad, mientras que los criterios definen el nivel o el punto en el cual el producto logra la calidad aceptable (o inaceptable).[5]

Es una afirmación indiscutible que las mediciones son cruciales en el progreso de todas las ciencias. El progreso científico se logra a través de observaciones y generalizaciones basadas en datos y mediciones y la derivación de teorías como resultado de estas. Sin la verificación a través de los datos y las mediciones, las teorías y las proposiciones permanecerían en un nivel abstracto.

La Medición del Software es el proceso por el cual se asignan números o símbolos a atributos de entidades del mundo real de tal manera que describa dichos atributos de una forma significativa de acuerdo a las reglas claramente definidas. [6]

En general persigue tres objetivos fundamentales: entender qué ocurre durante el desarrollo y el mantenimiento, controlar qué es lo que ocurre en los proyectos y mejorar los procesos y productos. [7]

1.2. Métricas de Software.

Las mediciones de software, es una de las áreas en la ingeniería de software donde se ha investigado desde hace más de 30 años que se conoce también como métricas de software.

Las métricas de software se pueden definir como: "La continua aplicación de técnicas basadas en la medición al proceso de desarrollo de software y a sus productos para proveer información administrativa significativa y oportuna, junto con el uso de esas técnicas para mejorar el proceso y sus productos."

Las mediciones de software son usadas para medir atributos específicos de un producto de software o del proceso de desarrollo de software. Se usan fundamentalmente para:

1. Obtener las bases para la estimación
2. Seguir el progreso de los proyectos
3. Determinar la complejidad (relativa)
4. Ayudar a comprender cuando se ha alcanzado un estado deseado de calidad
5. Analizar los defectos
6. Validar experimentalmente las mejores prácticas

En resumen, ayudan a tomar mejores decisiones.

Los principios fundamentales que deben seguir las métricas son:

- las métricas deben ser simples, objetivas, fáciles de coleccionar, fáciles de interpretar y difíciles de malinterpretar,
- la colección de las métricas debe ser automática y no intrusiva, o sea, no interferir en las actividades de los desarrolladores,
- las métricas deben contribuir a la evaluación de la calidad temprana en el ciclo de vida, cuando los esfuerzos por mejorar la calidad del software son efectivos,
- los valores absolutos y las tendencias de las métricas, deben ser usados activamente por el personal administrativo y el personal ingenieril, para comunicar progreso y calidad en un formato coherente,
- la selección de un mínimo o más extensivo conjunto de métricas, dependerá de las características y contexto del proyecto: Si es muy grande o si tiene restricciones de seguridad o de confiabilidad

de los requerimientos; y si el equipo de desarrollo y de valoración (evaluación) es conocedor de las métricas, lo cual hará muy útil coleccionar y analizar las métricas técnicas.

Una taxonomía (clasificación) de métricas debe incluir:

- progreso en términos de tamaño, tiempo y complejidad;
- estabilidad en términos de índice de cambios en requerimientos, implementación, tamaño, tiempo, o complejidad;
- modularidad en términos del ámbito de cambios;
- calidad en términos del número y tipo de errores;
- madurez en términos de la frecuencia de errores;
- recursos en términos del costo real del proyecto versus el costo planificado. [5]

1.3. Métricas en el Proceso de Desarrollo de Software.

Existen muchas formas de clasificar las métricas del software, distintas unas de otras según los autores. Las métricas del software pueden ser :(1) Directas o Indirectas, (2) Primarias o Secundarias, (3) Internas o Externas, (4) Públicas o Privadas, (5) Simples o Complejas, (6) De Proceso, de Producto, de Proyecto, o de Recurso (7) Primitivas o Calculadas, etc.

Pressman clasifica el campo de las métricas en 6 categorías o grupos de métricas distintos:

Métricas técnicas: Se centran en las características del software por ejemplo: la complejidad lógica, el grado de modularidad. Mide la estructura del sistema, el cómo esta hecho, es decir, están centradas en las características del software más que en su proceso de desarrollo.

Métricas de calidad: Proporcionan una indicación de cómo se ajusta el software a los requisitos implícitos y explícitos del cliente. Es decir cómo se va a medir para que el sistema se adapte a los requisitos que pide el cliente.

Métricas de productividad: Referidas al rendimiento del proceso de desarrollo como función del esfuerzo aplicado. Se centran en el rendimiento del proceso de la ingeniería del software. Es decir que tan productivo va a ser el software a diseñar.

Métricas orientadas al tamaño: Es para saber en que tiempo se terminará el software y cuantas personas se necesitarán. Son medidas directas al software y al proceso por el cual se desarrolla.

Métricas orientadas a la función: Son medidas indirectas del software y del proceso por el cual se desarrolla. Las métricas orientadas a la función se centran en la funcionalidad o utilidad del programa.

Métricas orientadas a la persona: Proporcionan medidas e información sobre la forma que la gente desarrolla el software de computadoras y sobre todo el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos. Son las medidas que se van a hacer del personal que hará el sistema.[7]

Las métricas de software deben medir el proceso, el proyecto, el producto y los recursos, partiendo del hecho de que:

- Proceso: es la secuencia o las actividades invocadas para producir el producto de software (y otros artefactos);
- Producto: son los artefactos del proceso, incluyendo el software, los documentos y modelos;
- Proyecto: son todos los recursos del proyecto, actividades y artefactos;
- Recursos: son las personas, los métodos y herramientas, el tiempo, esfuerzo y presupuesto, disponibles para el proyecto.

Métricas del producto: Los productos están compuestos por artefactos, los cuales pueden ser documentos, modelos, módulos, o componentes, por tanto, las métricas del producto deben hacerse sobre la base de medir cada uno de los artefactos. Las métricas del producto describen características como el tamaño, complejidad, rasgos del diseño, rendimiento y nivel de calidad.

En general las características a medir de los artefactos del producto son:

- Tamaño: Las métricas del tamaño del producto se refieren generalmente al volumen del producto desarrollado. Incluyen líneas de código (LOC), número de ficheros, páginas de la documentación, etc.
- Calidad:
 - Defectos: indicadores de que un artefacto no funciona como ha sido especificado, o cualquier otra característica indeseable.
 - Complejidad: medición de la complejidad de una estructura o un algoritmo: mientras mayor sea la complejidad y más difícil sea de comprender y modificar la estructura del sistema, mayor probabilidad habrá de que falle.
 - Acoplamiento: mediciones de cuantos elementos del sistema están interconectados y cuan extensivamente.

- Cohesión: mediciones de cuan bien un elemento o un componente cumple con los requerimientos de tener un sólo y bien definido propósito.
- Primitividad: el grado en el cual las operaciones o métodos de una clase pueden estar compuestos por otros de la misma clase.
- Totalidad: medición de la magnitud en la cual un artefacto cumple con todos los requerimientos (plan / real)
- Rastreabilidad: Indicadores de que los requerimientos de determinado nivel se están satisfaciendo por determinados artefactos, o que todos los artefactos tengan razón de existir.
- Volatilidad: el grado de cambio de un artefacto debido a defectos o a cambios en los requerimientos.
- Esfuerzo: medición del trabajo (Unidad de tiempo del personal) que se necesita para producir un artefacto.

Métricas del proceso: Los procesos de software se pueden definir como una secuencia de pasos requeridos para desarrollar o dar mantenimiento al software. La definición de un proceso de software es la descripción del proceso como tal. Un equipo de trabajo que no usa ningún proceso para organizar su forma de trabajar es como un equipo de béisbol, en el que algunos miembros del equipo juegan balompié, algunos béisbol y otros fútbol. Bajo estas condiciones incluso los mejores jugadores individuales forman un equipo pobre. Sin embargo un equipo que sigue una definición de procesos consistentes puede coordinar mejor el trabajo individual de sus miembros y dar continuidad a su proceso.

Un proceso definido identifica y simplifica tareas de rutina y ayuda a pensar con mayor precisión en el trabajo a realizar. Una vez que los procesos están definidos y medidos se pueden cambiar y mejorar.

Las métricas del proceso son entonces las que cuantifican el comportamiento de los procesos, los cuales son generalmente objetivos, absolutos, explícitos y dinámicos.

Para caracterizar completamente un proceso, las métricas deben ser definidas con el nivel de formalidad más bajo en las actividades planificadas. Las actividades deben ser planificadas por el administrador del proyecto, usando un conjunto inicial de estimados. Por lo tanto se debe mantener un registro de los valores reales durante el transcurso del tiempo y cualquier modificación de lo estimado que se haga.

Métricas de recursos: Los elementos a ser medidos en las métricas de los recursos son las personas (su experiencia, habilidades, costos y desempeño), los métodos y las herramientas (en términos de efectos en la productividad y la calidad), el costo, tiempo, esfuerzo, presupuesto (recursos consumibles y recursos remanentes).

Las métricas de recursos se aplican, fundamentalmente, a las horas de labor, el principal recurso del desarrollo de software. Aquí lo que concierne son las horas trabajadas, categorías de trabajo y realización de tareas.

Obteniendo datos detallados sobre el tiempo, se pueden identificar muchas actividades ajenas, reuniones administrativas, tareas burocráticas, uso inadecuado de las facilidades de la computación todas las cuales gastan tiempo y reducen la productividad. Cualquier interrupción tiene 3 costos potenciales: la pérdida de tiempo, el tiempo adicional que toma reconstruir el momento en que fue interrumpido y la probabilidad incremental de cometer errores. Un foco principal de cualquier esfuerzo para mejorar la productividad o el ciclo de tiempo debe identificar y reducir estas distracciones.

Métricas del proyecto: Son aquellas que describen las características del proyecto y la ejecución de este. Algunos ejemplos pudieran ser: el número de programadores de un software, el costo, planificación y productividad del equipo. El proyecto necesita ser caracterizado en términos de tipo, tamaño, complejidad y formalidad, debido a que estos aspectos condicionan expectativas sobre las distintas tendencias a seguir.

Las métricas generales a almacenar sobre un producto son:

- Modularidad: Promedio de daños debido a cambios perfectivos o correctivos en la implementación.
- Adaptabilidad: promedio de esfuerzo debido a cambios perfectivos o correctivos en la implementación.
- Madurez: tiempo de prueba activo / número de cambios correctivos.
- Mantenimiento: mantenimiento productivo / desarrollo productivo
- Progreso del proyecto: debe reportarse basándose en el plan del proyecto desde la perspectiva del valor devengado.[5]

1.4. Reglas Básicas para Definir Métricas.

Al definir métricas se debe tener en cuenta, una serie de reglas básicas:

1. No medir a los individuos:

El ejemplo clásico de este error es medir la productividad de los individuos. Si se mide la productividad, puede ocurrir que las personas se concentren en su propio trabajo en detrimento del equipo y del proyecto. Hay que enfocarse en los procesos y en los productos, no en las personas.

2. Nunca usar las métricas como un “garrote”:

La primera vez que se usen las métricas en contra de los individuos o los equipos será la última vez que se obtendrán datos válidos.

3. No ignorar los datos:

Una forma segura de matar un programa de métricas es ignorar los datos cuando se toman decisiones. Hay que respaldar a las personas cuando sus reportes estén retrocediendo debido a datos útiles a la organización.

4. Nunca usar una sola métrica:

Un programa de métricas debe reflejar cierta complejidad y diversidad, para que a la hora de medir, queden cubiertas la mayoría de las áreas o aspectos medibles en el proceso. Debe mantenerse un balance entre todos los atributos que intervienen en la medición de forma que se satisfagan todas las necesidades de monitoreo de la actividad. Enfocarse en una única métrica puede causar que el atributo que es medido mejore a costa de otros atributos.

5. Proveer retroalimentación:

Al proporcionar una retroalimentación regular al equipo sobre los datos que aportan las métricas, se obtienen varios beneficios:

- Ayuda a mantener el foco en la necesidad de coleccionar los datos. Cuando el equipo vea que los datos están siendo realmente usados, será más probable que consideren la importancia de la colección de los datos.
- Si los miembros del equipo se mantienen informados sobre los detalles específicos de cómo los datos son usados, ellos tendrán menos posibilidades de empezar a sospechar sobre su uso.

- Involucrando a los miembros del equipo en el análisis de los datos y en los esfuerzos por mejorar los procesos, se obtienen beneficios de conocimiento y experiencia.
- La retroalimentación en problemas e integridad de la colección de datos, ayuda a educar a los miembros del equipo en la responsabilidad de coleccionar los datos. Los beneficios pueden ser datos más consistentes, exactos y oportunos.

6. Lograr "pertenencia":

Para lograr un sentido de pertenencia tanto en las metas como en las métricas en un programa de medición, se tiene que lograr la participación en la aplicación de las métricas y el seguimiento de sus resultados. Las personas que trabajan con un proceso en su quehacer diario tendrán un conocimiento íntimo de ese proceso, esto les da una perspectiva valiosa de cómo el proceso puede ser mejor medido para asegurar confiabilidad y validez, y cómo interpretar mejor las mediciones resultantes para maximizar la utilidad.[5]

1.5. Riesgos de Software.

El SEI (Software Engineering Institute) define al Riesgo como "la posibilidad de sufrir una pérdida". Constituye una función de probabilidad de que ocurra un evento adverso. Acarrea un impacto, manifestado en una combinación de pérdida económica, retraso temporal y pérdida de rendimiento. Es el precursor de un problema, según el SEI, un riesgo no se puede eliminar de un proyecto de software...pero se puede gestionar.[8]

Es cualquier suceso que pueda afectar negativamente a la marcha del proyecto en el futuro. Se haya asociado de manera inexorable a cualquier actividad que se lleve a cabo y que imponga la decisión entre varias alternativas. Por tanto, acompaña a todo cambio y está presente en cada decisión. Implica elección e incertidumbre. [9]

Este está asociado a cualquier actividad que se realice en el proyecto y que imponga una decisión entre varias opciones, ya que siempre habrá un riesgo a equivocarse en la decisión tomada. Irá acompañado de todo cambio o decisión que se produzca en el proyecto pues representan un marco de incertidumbre ante lo que puede ocurrir. Además constituye una falta de conocimiento sobre futuros acontecimientos.

Se puede llegar a un equivoco entre los conceptos riesgo y problema. El primero constituye la posibilidad de que en un futuro se produzca un resultado negativo en el proyecto mientras que un problema son las condiciones o situaciones negativas que ya están presentes en el proyecto. Estas últimas son de difícil solución, mientras que una buena administración del riesgo hace que este nunca llegue a convertirse en un problema. Esta es una de las funciones de una gestión de riesgos.

1.6. Gestión de Riesgos.

La GR es “la práctica compuesta de procesos, métodos y herramientas y que provee de un entorno disciplinado para la toma de decisiones proactiva en base a determinar constantemente que puede ir mal (riesgos), se emplea para identificar cuales son los riesgos más importantes en los cuales enfocarse e implementar estrategias para gestionarlos”. [6]

La GR es importante debido a que ayuda a evitar desastres, retraso de trabajo y sobre-trabajo, pero aún mas importante, porque estimula la generación de situaciones del tipo ganar-ganar. Una correcta Gestión de Riesgos posibilita, por tanto, el aprovechamiento óptimo de recursos y provoca, como consecuencia, el aumento de ganancias y la disminución de pérdidas.[8]

1.6.1. Generaciones de la Gestión de Riesgos.

Varios autores han trabajado en temas como la evolución de las teorías sobre Riesgos y la comparación de modelos, métodos y metodologías. Por ejemplo, se ha dividido la GR en generaciones, para exponer mejor las características y progreso de cada una. La adscripción a una generación puede diferir para los autores debido a que la evolución es continua y no a saltos y también porque los modelos estudiados pueden variar en el tiempo, es decir, puede cambiar la forma en que es abordada la GR en un modelo.[10]

En su Estudio exploratorio sobre los métodos de gestión de proyectos de alto riesgo, Marcelo, Rodenes y Torralba plantean la evolución de los modelos de gestión de los riesgos en forma de sucesivas generaciones:

La primera generación (G1): Es la generación casuística o tradicional, donde se limitaban las tareas a la identificación de riesgos en los proyectos con técnicas basadas en cuestionarios, listas de

incidencias y de las medidas para contrarrestarlas. Se identificaban casos de riesgo y se extrapolaban a otros proyectos. No hay una planificación específica. En esta generación se definen los Riesgos tecnológicos y las Listas de comprobación de riesgos.

La segunda generación (G2): Es la generación taxonómica.

Según IEEE Std. 610.12. Una taxonomía es “un esquema que produce particiones en un cuerpo de conocimiento y define las relaciones entre sus partes. Se utiliza para clasificar y entender el cuerpo de conocimiento”. Esta se encarga de organizar las características del desarrollo del software, por lo que las clasificaciones taxonómicas resultan muy útiles. Los modelos enmarcados en la G2 son:

1. Modelo de Boehm.
2. Modelo de Hall.
3. Modelo del SEI.
4. Modelo SPR (Software Productivity Research) de Capers Jones.
5. Modelo SERIM (Software Engineering Risk Management) de Karolak: IEEE.
6. Modelo de McFarlan (adelantos de G3)

La tercera generación (G3): Es la generación causal o emergente. Surge de forma simultánea en Europa y en EEUU, partiendo de la preocupación por proyectos de tanto riesgo como la adquisición o el desarrollo de software. Articula una causalidad más explicativa y por lo tanto más predictiva entre los elementos del modelo, sobre todo entre los factores de riesgo y sus medidas reductoras o salvaguardas. Esta cuasi-causalidad, como la llaman Marcelo, Rodenes y Torralba, prepara el paso a la gestión de proyectos por los riesgos. Se apoya en modelos sistémicos, relacionales (redes de causas-efectos) y proactivos en el aseguramiento de los proyectos. Los marcos incluidos en esta generación:

1. Eurométodo, del Consejo Superior de la Administración Electrónica de España.
2. MAGERIT: Metodología de Análisis y Gestión de Riesgos de los Sistemas de Información, del Consejo Superior de la Administración Electrónica de España.
3. ISPL (Information Services Procurement Library).
4. Modelo del PMI (Project Management Professional)
5. Proyectos de investigación europeos como RiskMan, DriveSPI, RiskDriver y los de autores como Moynihan, Barki y Schmidt.[11]

1.7. Métricas en la Gestión de Riesgos.

Algunos modelos de Gestión de Riesgos monitorizan las actividades y/o los procesos que realizan, auxiliándose de métricas previamente definidas para este fin.

1.7.1. Modelo de Boehm.

Sería imposible hablar de riesgos de software sin citar a Barry W. Boehm y sus trabajos, principalmente su libro "Software Risk Management" y su artículo "Software Risk Management: Principles and Practices".[12] Para Boehm, la GR pasa por dos fases fundamentales: Evaluación del riesgo y Control del riesgo. Este modelo está constituido sobre un conjunto de prácticas y actividades que necesitan ser ejecutadas continuamente, durante todo el ciclo de vida. Las mismas se resumen de la siguiente manera.[13]

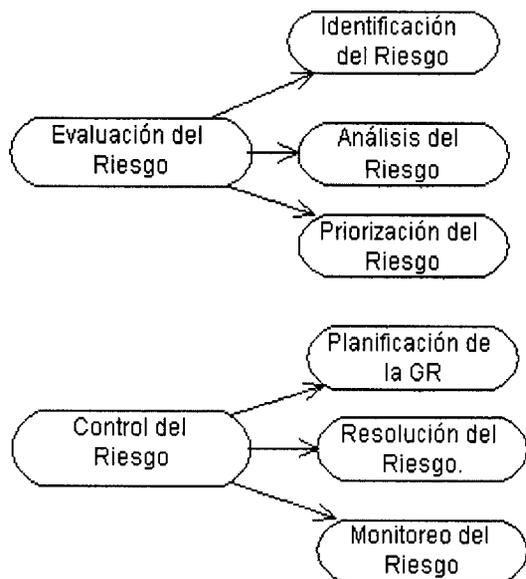


Figura 1: Fases y Actividades de la GR en el Modelo de Boehm.

Una vez que se han identificado los riesgos, es necesario priorizarlos, para ello resulta conveniente cuantificar los mismos y compararlos. Barry Boehm propuso evaluar riesgos mediante la "exposición

del riesgo". Esta métrica parte de la idea de que la lista de factores de riesgos pueda ser usada como una lista de comprobación para que un jefe del proyecto pueda identificar los riesgos más probables. Una vez evaluado el riesgo, y establecido un orden de prioridades a partir de los resultados obtenidos de la aplicación de la métrica, se puede calcular el coeficiente de reducción del riesgo, al dividir el resultado de la resta de la exposición del riesgo antes y después de aplicada alguna técnica para mitigar o eliminar el riesgo, entre el costo de la ejecución de la técnica [12]

El Modelo de Boehm define las métricas: Exposición del Riesgo (RE) y la Reducción del Riesgo (RRL) como las mediciones claves del proceso de GR.

$$RE = P (uo) * L (uo)$$

$$RLL = RE \text{ antes} - RE \text{ después} / \text{Costo de Reducción del Riesgo.}$$

Donde:

RE= Exposición a riesgo (Risk Exposure)

UO= Pérdida inesperada (Unexpected outcome)

P = Probabilidad (Probability)

L = Pérdida (Loss)

RLL = Reducción del riesgo (risk reduction leverage)

La exposición de riesgo es el producto de la probabilidad de algún resultado insatisfactorio, P (UO), y la pérdida debido a este resultado incurrido por el proyecto, la L(UO). El jefe del proyecto tendría que calcular la RE para cada riesgo identificado y decidiría un nivel de exposición de riesgo aceptable. Para los factores que exceden el nivel aceptable de RE, el jefe del proyecto entonces tendría que o reducir la probabilidad del ocurrir de acontecimiento, o reducir la pérdida asociada con ello.

Por ejemplo: Suponiendo que se debe establecer la prioridad entre dos riesgos.

- Si el riesgo 1 tiene una probabilidad de ocurrencia del 5 % y si la aparición de este riesgo retrasa cuatro semanas el cronograma entonces:

$$RE1 = 5\% * 20 \text{ días} = 1 \text{ día}$$

- Si el riesgo 2 un riesgo tiene probabilidad de ocurrencia del 3 % y si la aparición del mismo retrasa ocho semanas el proyecto en cuestión entonces :

$$RE2 = 3\% * 40 \text{ días} = 3,6 \text{ días}$$

A pesar de que el riesgo 1 es más probable que el 2, resulta más conveniente priorizar la atención del segundo, dado que genera una exposición mayor.[14]

1.7.2. Modelo del SEI

El SEI expone tres dimensiones que representan la visión holística de GR de software: la dimensión temporal, la dimensión humana y la dimensión metodológica.[11]

La dimensión temporal, se descompone en la visión Macro, que representa la perspectiva global del ciclo de vida de adquisición y la visión Micro, que representa la vista del gerente del proyecto.

La dimensión humana se refiere a la dimensión intelectual de adquisición del software, la dimensión más crítica, pues el desarrollo del software es actividad intelectual. Esta dimensión aborda el aspecto individual, del equipo, la gestión y el stakeholders (incluyendo los usuarios y los clientes)

La dimensión metodológica está dirigida a la adquisición y desarrollo de software para el cumplimiento de estas metas. El marco metodológico se articula en dos grandes bloques: el Modelo de Madurez de Adquisición de Capacidad (SA-CMM) y el Modelo de Capacidad de Madurez del Software (SW-CMM); que su vez se basan en tres grupos de prácticas o metodologías apoyadas en estructuras básicas.

Prácticas:

- Evaluación de Riesgos de Software (SRE).
- Gestión Continua de Riesgos (CRM).
- Gestión de Riesgos del Equipo (TRM).
- Métrica de Riesgo.

Estructuras Básicas:

- Paradigma de GR.
- Taxonomía de Riesgo.
- Clínica de Riesgos.

El Paradigma de GR, no es por sí solo una metodología, pero se discute bajo un marco metodológico.

Que cuenta con las actividades:

- Identificar.
- Analizar.

- Planificar.
- Seguir.
- Controlar.
- Comunicar.

Entre los pasos descritos por el Modelo SEI según la Evaluación SRE se hace alusión de forma muy breve al empleo de las métricas.

Pues se definen métricas del riesgo, en el séptimo paso. (En la fig. se muestra el momento de definición de las métricas durante el proceso de Evaluación SRE. [13])

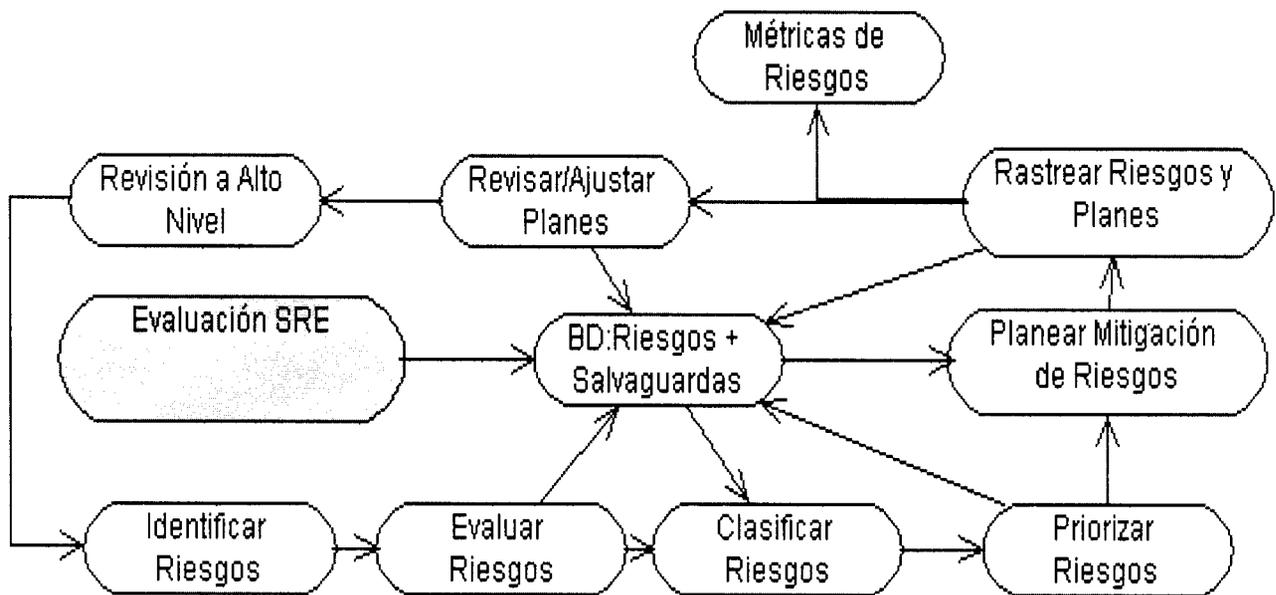


Figura 2: Actividades a Realizar durante el Proceso Evaluación SER.

La métrica indica que para cada riesgo, el equipo SRE determina y documenta eventos medibles u observables pueden ser controlados para saber si el riesgo se está evitando. Un ejemplo de estos eventos pueden ser la estimación de costes, tiempo, defectos. Cuando el modelo se emplea estrictamente en un proyecto de desarrollo de software se estiman periódicamente las métricas de los riesgos para realizar una evaluación del estado de estos.

La única métrica de Riesgos que se expone en la bibliografía consultada es precisamente la que se nombra Métrica de Riesgos.

Parte de la medición de los dos parámetros que determinan el riesgo: la incertidumbre y la pérdida, daño o impacto. Matemáticamente se expresa de manera similar que la métrica de exposición del riesgo tratada en el modelo de Boehm. Lo que permite arribar a la conclusión de que la métrica de exposición del riesgo y la métrica de riesgos constituyen un estándar conocido y empleado. La fórmula de la métrica, aunque puede representarse con diversas variables, cuenta con dos atributos: la magnitud de la pérdida o daño posible y la probabilidad que dicha pérdida o daño llegue a ocurrir.

1.7.3. Modelo de Hall

Este modelo define dos actividades principales: la evaluación y el control del riesgo. La GR en este modelo genera una estrategia para decidir qué hacer en cada momento y está basada en nueve teorías [13]:

- Razona sobre la vulnerabilidad -probabilidad de riesgo- usando las Teorías de probabilidad, de incertidumbre y la de portfolio.
- Razona sobre el impacto -consecuencia del riesgo-, usando las Teorías de la utilidad, de juegos, del caos y/o la creatividad.
- Combina vulnerabilidad e impacto en el tiempo, usando la Teoría de la decisión y el Teorema de Bayes para elecciones dinámicas.

El Modelo 6-D, de las 6 disciplinas PPMDD (Planear, Producir, Medir, Mejorar, Diseñar, Descubrir) soporta la mejora continua del proceso SEI (Humphrey) modelo de madurez de procesos en el desarrollo de software CMM (Capability Maturity Model) que es un método de definir y gestionar los procesos a realizar por una organización. Las disciplinas son las siguientes:

- Diseñar: transformar ideas en objetivos, creando y difundiendo la visión organizacional (CMM nivel 1)
- Planear: confrontar los recursos disponibles y los requerimientos derivados de los objetivos del proyecto (CMM nivel 2)
- Producir: implementar el plan para lograr el producto (CMM nivel 3)
- Medir: comparar los resultados esperados y los realiza (CMM nivel 4)
- Mejorar: aprender de experiencias como cambiar el plan (CMM nivel 5)
- Descubrir: concienciar sobre el futuro, razona sobre posibilidades con resultados inciertos buenos

(oportunidades) o malos (riesgos). [11]

Este modelo amplía el concepto del riesgo en sentido revolucionario de oportunidad (entendiendo oportunidad como consecuencias positivas) y soporta la mejora continua (modelo basado en la conciencia del pasado) y la reingeniería (modelo basado en la conciencia de futuro).

A continuación se muestra una representación esquemática de la integración de las disciplinas del modelo de Hall, donde se reconoce el empleo de métricas durante la ejecución de la disciplina Medir, y en la etapa transitoria entre las disciplinas Mejorar y Planear. Aunque no aparezca una definición concreta de las métricas empleadas, se conoce que el objetivo de estas es la caracterización del Riesgo. [13]

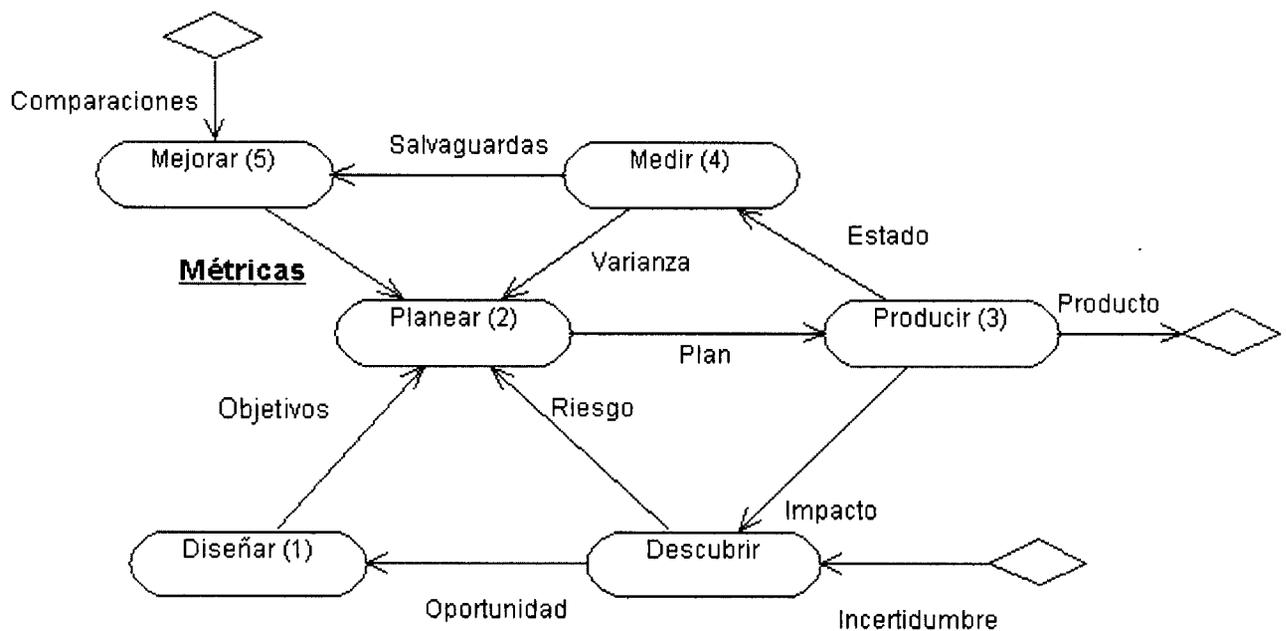


Figura 3: Disciplinas del Modelo de Hall.

1.7.4. Modelo de McFarlan

Define tres factores de riesgo. Modelo definido por McFarlan y publicado en el año 1981 que se sitúa en la transición entre la segunda y tercera generación de GR. Tras considerar las 5 consecuencias

clásicas del riesgo (fracaso en beneficios, coste, plazo del proyecto, rendimiento y compatibilidad con otros sistemas), define tres factores de riesgo:

1. Experiencia en la tecnología aplicable (factor subjetivo interno): la familiarización del equipo con el hardware, sistema operativo, gestores (DB, DC) y lenguajes comprendiendo también la absorción de experiencia externa, como puede ser la formación.
2. Estructuración del proyecto (factor subjetivo externo): Los objetivos iniciales del proyecto y sus resultados dependen de la claridad de los requerimientos trasladados por la organización 'cliente' al equipo de desarrollo.
3. Tamaño del proyecto (factor objetivo, no reducible): Importa sobre todo la envergadura del proyecto (en coste años-hombre) relativo al tamaño de los que el equipo desarrolla normalmente.

A continuación se muestran los valores que pueden tomar los factores de riesgo y la interpretación de las métricas. [11]

1. Inexperiencia Tecnológica	0	0	0	0	1	1	1	1
2. Desestructuración	.0	.0	.1	.1	.0	.0	.1	.1
3. Tamaño	..0	..1	..0	..1	..0	..1	..0	..1
Composición de Factores	000	001	010	011	100	101	110	111
Riesgo	0	1	2	3	4	5	6	7

Tabla 1: Valores de los factores de Riesgo según el Modelo McFarlan.

- Métrica en los factores: se asignan los 0's y 1's binarios a los factores de riesgo donde estos toman el valor:

a. 0 = bajo

b. 1 = alto

- Métrica en el riesgo: indicará la magnitud del riesgo ante la presencia de los tres factores. La composición de los valores numéricos de los tres factores determinará una expresión binaria, cuya representación decimal asociada, indican que el riesgo es:

- a. 0 = muy bajo
- b. 1 = bajo
- c. 2 = muy bajo (y poco manejable)
- d. 3 = bajo (y poco manejable)
- e. 4 = bajo-medio
- f. 5 = medio
- g. 6 = alto
- h. 7 = muy alto [11]

1.7.5. Drive SPI

DriveSPI (Risk-Driven Software Process Improvement) surge como resultado de aplicar metodologías de GR en varios proyectos pilotos de desarrollo de software en Europa entre los años 1995 y 1997. El objetivo era producir y validar en aplicaciones de prueba, un marco de trabajo donde mejorar la madurez de los procesos de software con un fuerte énfasis en la GR, culminando en la definición de un conjunto de líneas guía. Esta metodología consta de cuatro fases:

- Identificación
- Evaluación
- Definición del Plan de Implementación
- Seguimiento y Control

Estas fases se concretan en los siguientes pasos:

- Establecer y mantener alcances y estrategias de GR.
- Identificar, documentar y clasificar riesgos.
- Definir métricas de riesgo.
- Desarrollar estrategias de mitigación.
- Monitorear y controlar riesgos.

- Mejorar prácticas de GR. [11]

Solamente se emplean las métricas en la segunda, tercera y última fases. Dentro de la fase de evaluación se trazan dos objetivos el primero:

Definir métricas de Riesgo que cuenta con las siguientes tareas relacionadas con las métricas:

- Derivar métricas que reflejen los objetivos de la gestión de riesgo, e indicar los cambios en los estados de los riesgos (probabilidad, impacto, marco de tiempo) y el progreso y eficiencia de actividades de mitigación.
- Conectar métricas con clases de riesgo.
- Establecer datos de métricas de riesgos reunidos para cada riesgo (o grupo de riesgos relacionados).

El segundo objetivo radica en Analizar y priorizar Riesgos donde Estimar probabilidad e impacto de estos usando las métricas de riesgos es una de las tareas trazadas.

Durante la tercera fase (Definición del plan de acción e implementación) el proyecto cuenta con otra tarea relacionada con el empleo de las métricas: Definir objetivos específicos de mitigación usando métricas de riesgo.

Dentro de la fase final (Seguimiento de riesgos) aparece una tarea que se encarga de Monitorear y evaluar el progreso y eficiencia de las estrategias de mitigación con las métricas definidas.

Un objetivo del proyecto Drive SPI fue asegurar el costo-beneficio de ejecutar gestión de riesgo. A continuación son presentadas algunas métricas que fueron diseñadas y testeadas con éste propósito:

- Número total de riesgos.
- Número de riesgos mitigados.
- Número de riesgos / clases de riesgos.
- Posición del riesgo en la lista de Top 10.
- Posición previa del riesgo en la lista de Top 10.
- Situación inicial del riesgo.
- Situación de los riesgos del proyecto (suma de todos los riesgos del proyecto).
- Distribución de los riesgos por situación de riesgos (serios, importantes, a seguir)

Varias de las métricas dan información acerca de la organización. El número de riesgos (totales, mitigados y abiertos) dicen mucho sobre la eficiencia de los procesos de gestión de riesgos. Si el número total de riesgos es pequeño, es posible que el grupo de proyecto no use suficiente tiempo y esfuerzo en la gestión de riesgos o quizás los riesgos son demasiado “grandes” y deban ser particionados a riesgos detallados.[14]

1.7.6. MAGERIT

Constituye una metodología de Análisis de Riesgos, a continuación se muestra el modelo de procesos. [11]

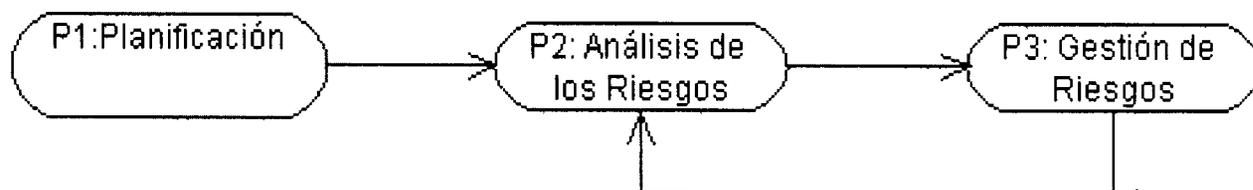


Figura 4: Modelo de Procesos de MAGERIT.

Esta metodología, recientemente actualizada en su versión 2, hace posible implementar de forma práctica modelos de identificación del riesgo.

La identificación del Nivel de Riesgo, que por otro lado es un enfoque ampliamente utilizado por otras áreas de negocio de una Organización (por ej: en Entidades Financieras se disponen de áreas específicas de gestión de riesgos), no es más que la realización de un conjunto de tareas, mediante las cuales, las Organizaciones son capaces de identificar, su estado de partida frente al riesgo y les permite tomar decisiones enfocadas a transferir, acometer acciones ó incluso asumir la no realización de alguna de las mismas .

Las tareas principales serían las siguientes:

- Identificación de los Activos relevantes para la Organización (de información, de sistemas, de entorno, de personal, etc.). Gran importancia en este punto tiene la participación de las Áreas de Negocio
- Identificación del método de valoración de los activos e identificación del valor correspondiente (modelos cuantitativos, cualitativos, mixtos, etc.)
- Establecimiento de las dependencias entre los diferentes activos del modelo
- Identificando posibles amenazas y vulnerabilidades a través de las cuales éstas amenazas se pueden materializar
- Cálculo de la métrica de Nivel de Riesgo
- Proposición de recomendaciones que, desde un punto de vista global, puedan mejorar el nivel de exposición frente al nivel de riesgo identificado.[15]

En función de iniciar el camino de la GR existen algunos aspectos que deben acotarse adecuadamente a la Organización, con objeto de llevar a buen puerto el trabajo iniciado. Algunos de estos aspectos clave serían la identificación de un modelo de Análisis de Riesgos que pueda ser realmente implantado en la Organización; asumir y adaptar el modelo dentro de la Organización; dar a conocer el modelo; comenzar a utilizar y si es necesario afinarlo durante el primer ciclo de análisis y garantizar la permanencia en el tiempo (con objeto de que las métricas de riesgo obtenidas puedan ser manejadas de forma homogénea y puedan compararse con independencia del momento temporal en el que se realice el ciclo de Análisis de Riesgos). Si hay cambios en los estándares utilizados, deberá iniciarse un proceso de cambio que permita transformar datos para poder confirmar el grado de evolución (positivo o negativo) que siga la métrica de Nivel de Riesgo.

El asumir, transferir o eliminar el Nivel de Riesgo, es una decisión de la Organización por lo que entre otras funciones el Comité de Seguridad de la Información debe abordar estos aspectos como parte de su toma de decisiones.

1.8. Resumen del Empleo de Métricas en los Modelos de GR.

A continuación se representa una tabla que resume el momento de aplicación de las métricas por procesos en cada uno de los modelos tratados, y el tipo de métrica definida en dependencia del área a caracterizar o a medir. SC (Seguimiento y Control, C (Comunicación de los Resultados) muestran las

actividades, fases o las diferentes Prácticas que efectúan los modelos de Gestión de Riesgos. La (X) indica el momento de aplicación de las métricas. Los identificadores P (Planificación), I (Identificación), A (Análisis), PR (Planificación de Respuestas),

Modelos de GR.	Actividades , Fases o Prácticas						Métricas.
	P	I	A	PR	SC	C	
Boehm			(X)				Caracterización de Riesgos
SEI				(X)			Caracterización de Riesgos
HALL					(X)		Caracterización de Riesgos
Mc Farlan							Factores de Riesgo.
Drive SPI		(X)	(X)	(X)	(X)		Caracterizar Riesgo, Medir resultados, Mejorar resultados
MAGERIT			(x)				Caracterizar (Activos, Amenazas y Riesgo)

Tabla 2: Empleo de Métricas en la GR.

El balance evidencia que la mayoría de los modelos no definen métricas para cada una de sus actividades, prácticas, o fases. No cuentan además con una guía amplia de métricas definidas con el propósito de que cubra las áreas medibles de la gestión, y la mayoría de las métricas se centran en la caracterización del riesgo, y no en medir los resultados, los recursos, los procesos, y el producto. Drive SPI, MAGERIT y Mc Farlan cuentan con una diversidad de métricas mayor que el resto de los modelos estudiados, aunque McFarlan no rige la definición de métricas por procesos, si cuenta con tres factores de riesgos muy abarcadores, determinando para ellos amplios indicadores de métricas. MAGERIT emplea las métricas en 1/3 de sus procesos mientras Drive SPI las emplea en 3/4 de sus procesos,

siendo este último la puntera de lanza tanto en diversidad de áreas medibles, como la mayor cantidad de procesos involucrados.

La métrica de Exposición del Riesgo, definida por Boehm, constituye un estándar empleado por otros modelos, pues es capaz de cuantificar los valores del impacto y probabilidad de ocurrencia a los que se expone el riesgo, permitiendo que posteriormente este valor sea utilizado para efectuar otras mediciones, además, la métrica puede ser aplicada o adaptada a cualquier proceso de GR que se efectúe fuera del marco del modelo de Boehm. Aunque este modelo no define diversidad de métricas, sí define la más importante a la hora de medir el riesgo.

Si se elaborara una guía de métricas que contara con la suma de todas las métricas definidas y se determinara el por ciento de la cantidad de métricas que aporta cada modelo, se llega a un consenso donde el modelo Drive SPI obtendría valores superiores en cuanto a la cantidad de métricas, mientras existen modelos que adquieren valores ínfimos. A continuación se representa el esquema generalizado correspondiente al criterio en cuestión: cantidad de métricas definidas por modelos.

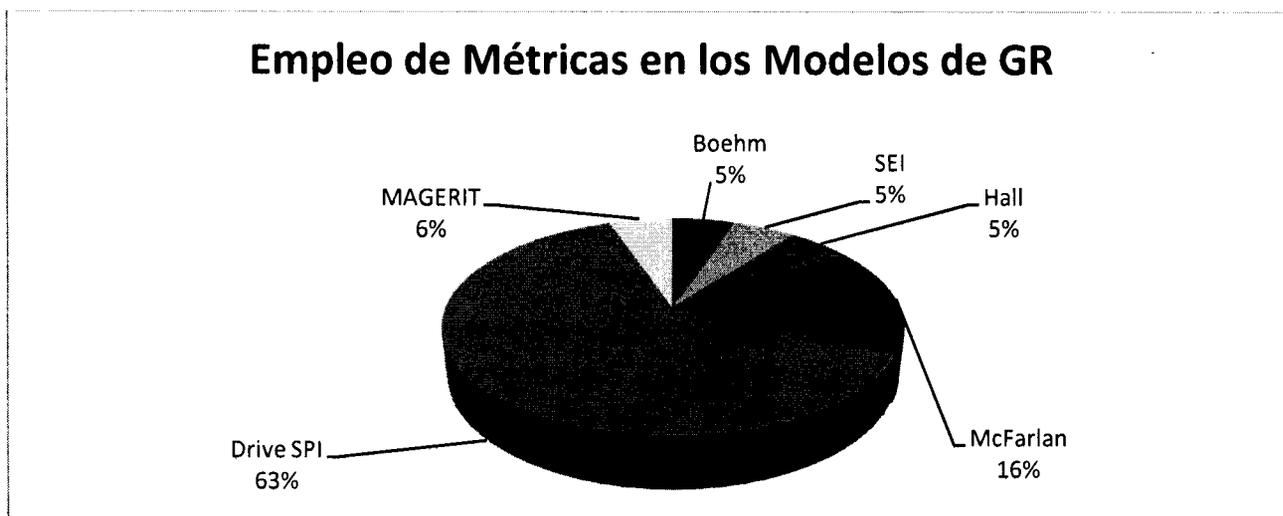


Figura 5: Empleo de Métricas en los Modelos de GR.

1.9. Metodología a Base de Métricas para Medir el Riesgo.

Representa una metodología de seis pasos a base de métricas para evaluar los riesgos asociados a una especificación de requerimiento de software. Para cuantificar un atributo del proceso de desarrollo de software cuenta con los siguientes pasos:

1. Identificarse atributos con necesidad de ser evaluados.
2. Identificar aquellas propiedades que deben ser usadas como una medida del atributo identificado en el paso 1.
3. Recoger las medidas definidas en el paso 2 en una base de datos de tamaño suficiente que ya haya sido creada.
4. Cuantificar la relación entre las propiedades de los pasos 1 y 2.
5. Aplicar el modelo en la base de datos de las métricas para probar su exactitud.
6. Si los modelos trabajan suficientemente bien, use el modelo para estimar sobre un proyecto real; a partir del paso 1 de otra manera, comience otra vez en el paso 2.

El atributo a ser medido es el riesgo. El propósito es cuantificar los modelos de RE y RRL; mientras, la propiedad a la que se propone establecer un vínculo intuitivo de riesgo es a la variabilidad de los requerimientos y el coste del cambio. Mientras el modelo de RRL se mantiene invariable, el modelo de REF se transforma en:

$RE = RiskChange \text{ (Cambio de riesgo)} * CostChange \text{ (Costo del Cambio)}$.

Para cuantificar este proceso, las medidas requeridas son así:

- El número de requerimientos (número real y tipo de categoría);
- El número de cambio solicitados (el número real con la fecha de emisión);
- El coste de cada petición de cambio (en la moneda relevante).

Construyendo el Modelo de Riesgos.

Los pasos finales de la metodología a base de métricas (los pasos del '3' al '6') son realizados usando las medidas definidas previamente para cuantificar las relaciones siguientes:

ReqX = el número total de exigencias asignadas a arriesgar en la categoría X

ChangeX = el número total de ReqX que requirió un cambio

CostX = el coste total de ChangeX

Riskchange = ChangeX/ReqX

Costchange = CostX/ChangeX [12]

No. Proyecto	Categorías de Requerimientos de Riesgos			
	1	2	3	4
1		x	x	x
		x		
		x		
2	(X)	X	(X)	x
	x			
	x			
3	x	X	(X)	
	x			

Tabla 3: Cálculo del RiskChange (Cambio del Riesgos) para cuatro categorías de requerimientos de riesgo.

X= Requerimiento asignado al Riesgo de Categoría X

(X)= Requerimiento que Cambia.

Con medidas tomadas a través de un número de proyectos, la exposición de riesgo puede ser calculada para cada categoría de riesgo de requerimiento. Por ejemplo, considerando que las medidas son tomadas a través de tres proyectos que usan cuatro amplias categorías de riesgo de requerimientos (mirar la Figura anterior). Con cinco casos de exigencias colocadas en la categoría 1 y sólo un caso de un cambio, Riskchange (el cambio del riesgo) es calculado como 0.20. Asimismo

Riskchange para la categoría 3 es calculado como 0.66, mientras las categorías 2 y 4 no tienen ningunos cambios registrados y por lo tanto Riskchange =0, Costchange (costo del cambio)=0 y RE=0. Cada categoría de riesgo sería sacada usando el método descrito encima.

La exactitud del modelo de métricas (el paso '5') típicamente es evaluada como una función tanto de la capacidad general predictiva del modelo, la PRED (predicción), como del tamaño de error atribuible a cada estimación, MMRE .Un modelo de métricas, como se dice, es exacto si la estimación es dentro del 25 % del 75 % real del tiempo, dado como la PRED (0.25)> 0.75, y la pequeña magnitud del error relativo es menos de 0.25, dados como MMRE <0.25, donde:

$$MMRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Actual\ i - estimación\ j}{Actual\ i} \right)$$

Actua li = el valor real para el 1er dato señalado

Estimación j = el valor estimado para el 1er dato señalado

Habiendo completado los mencionados pasos, los modelos de riesgo sacados usando esta metodología ahora pueden ser empleados sobre proyecto real o en funcionamiento. La persona responsable de repasar el SRS primero decide qué requerimientos son sujetos a algún nivel el riesgo. Para aquellos requerimientos donde una categoría de riesgo se aplica, la exposición de riesgo es calculada. Si la categoría de riesgo es registrada como cambios que efectúan de proyectos de 1 en 4 entonces la RE puede ser calculada como:

RE= RiskChange (Cambio de riesgo) *CostChange (Costo del Cambio)

RE= 0.25 * x [12]

Este modelo a diferencia de los que se han tratado previamente está concebido para la evaluación del riesgo, con la particularidad de que se realiza a través de la definición previa de métricas. Se centra en la verificación del sistema, validación del resultado de la evolución, reconociendo que la etapa más rentable para aplicar la metodología es durante la etapa de requerimientos, tratando de erradicar el análisis cuantitativo del riesgo al calcular el impacto y probabilidad de ocurrencia, pues considerando los estudios realizados para identificar la gama de factores que representan los riesgos en un proyecto

de desarrollo de software el empleo tradicional de probabilidad o incertidumbre, como una medida de riesgo ha significado que una evaluación cuantitativa de exposición de riesgo (la RE) y la de reducción de riesgo (RRL) se apoya en una estimación subjetiva de la probabilidad asociada, basada en la experiencia. Sin embargo las personas suelen equivocarse notoriamente y con frecuencia a la hora de estimar y razonar las probabilidades.

Si bien es cierto que la gestión de riesgo debe tratarse desde las primeras fases del proceso de desarrollo del software, es objetivo de esta investigación explorar el empleo de métricas que cubran la mayoría de las áreas medibles en la Gestión de Riesgos, por lo que la metodología a base de métricas se des enmarca de la línea de trabajo tratado. La medición debe enfocarse en evaluar los procesos y su desenvolvimiento, los recursos empleados durante las tareas a realizar, los roles implicados en la gestión, y efectividad de las técnicas y herramientas empleadas.

Conclusiones del Capítulo I

La fundamentación teórica se encausó hacia:

- Mostrar que las métricas en el proceso de desarrollo de software tienen gran importancia pues constituyen la medida que valora y monitorea la calidad del proceso.

Al efectuar la investigación se pudo comprobar que las métricas de software cuentan con una clasificación y descripción bastante amplia y profunda disponible en varias fuentes de información bibliográfica.

- Señalar que la GR es un elemento fundamental dentro del proceso de desarrollo de software, que permite mantener controlados las posibles eventualidades que pueden aparecer durante el desarrollo del proyecto. De este tema:
 - Se describieron fases, actividades, o las distintas disciplinas de los marcos de GR.
- Investigar sobre el empleo de las Métricas en la GR .La investigación arrojó los siguientes resultados:
 - No se encontró una guía que definiera métricas para cada una de sus fases.
 - Resulta muy escaso el empleo de las métricas en algunos modelos de GR.
 - No se definen las fórmulas matemáticas concretas de las métricas para la mayoría de los casos.
 - Se le brinda poco uso e importancia al empleo de métricas en la gestión de riesgos.

Introducción.

En este capítulo se plantea un estudio sobre las acciones que se acometen para gestionar riesgos en los proyectos de desarrollo de software en la UCI, indagando a la vez sobre el nivel de conocimiento de la existencia y/o empleo de métricas para el monitoreo de la GR, a través de encuestas aplicadas a los líderes de proyectos. Los resultados obtenidos permiten mostrar un mejor dominio de la situación problemática.

Se muestra la existencia de un modelo para gestionar riesgos en la UCI, así como las características y el procedimiento efectuado para la obtención de la propuesta de métricas hechas en función del mencionado modelo.

2.1. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Como parte del novedoso proceso de transformaciones educacionales y sociales como programas de la Batalla de Ideas, a partir del cual se emprendieron y se emprenden nuevos programas destinados a elevar el nivel cultural de la población cubana y su calidad de vida, surge la idea de crear la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

Idea del Comandante en Jefe Fidel Castro: "La idea es convertir la informática en una de las ramas más productivas y aportadoras de recursos a la nación. Es el empleo a fondo de la inteligencia y el capital humano que tenemos y principalmente del que podemos crear casi como espina dorsal de la economía" La infraestructura productiva de la UCI coordina la actividad productiva y brinda servicios para asegurar el correcto desarrollo y terminación de proyectos, productos o servicios.

La UCI es una universidad productiva, cuya misión es producir software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio-trabajo como modelo de formación.

El plan de estudio de la UCI es diferente al del resto de las universidades del país. A partir del segundo o tercer año de la carrera, los estudiantes se vinculan a diferentes proyectos productivos que reportan beneficios económicos al país. Las cifras exceden el 60 por ciento de estos, cuyas actividades productivas e investigativas de software por interés y encargo de la sociedad cubana y de otros países, en campos como los de la educación, la salud, el deporte, gobierno en línea, Software

Libre, portales web, productos multimedia, complementan la formación curricular, brindando espacios a la investigación y la innovación, así como al desarrollo de habilidades en el uso de la tecnología. Cuentan con tecnología informática avanzada y constituyendo esta institución uno de los principales centros telemáticos de Cuba.

La producción se concentra en el desarrollo de proyectos en más de 30 polos Productivos. Entre los servicios más importantes se brindan los de calidad de software, arquitectura y tecnología, servicios legales, diseño de comunicación visual.

Las investigaciones en la UCI potencian los resultados en la producción y la formación con la participación importante del movimiento de estudiantes.[16]

2.2. Gestión de Riesgos en la UCI.

Las encuestas realizadas a los líderes de proyecto tuvieron como objetivo conocer si se efectúa en los Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI el tratamiento de los riesgos. Además se mide el conocimiento de los encuestados en los siguientes puntos:

1. Acciones que se emprenden en la UCI para gestionar riesgos.
2. Existencia de Modelos de GR.
3. En caso de que se tenga dominio sobre la GR se desea comprobar si se conocen sus fases.

Los resultados arrojados por las encuestas permiten dividir a la población encuestada en tres grupos:

1. Personas con conocimiento del tema tratado. Son aquellas que responden exacta y/o correctamente la interrogante planteada.
2. Personas con desconocimiento. Dentro de este grupo se incluyen los líderes de proyecto que respondieron erróneamente o los no respondieron por falta de conocimiento .
3. Personas con conocimiento parcial. Constituye el grupo de encuestados que aunque no conoce el universo de respuestas correctas, al menos conoce un por ciento de información, que no permite catalogarlo como ignorante en el tema a tratar. Estos casos fueron encontrados al indagar sobre el conocimiento que se tiene sobre las fases de la GR y en las fases en las que se emplean métricas. La falta de conocimiento total, se debe a que en algún momento del proyecto en que pertenecen, se ha tratado el riesgo, aunque no haya sido precisamente aplicando un modelo formal. Normalmente el tratamiento se realiza en una etapa avanzada del

proyecto, por lo que se tiende a asociar la fase donde supuestamente se gestiona riesgo a la de seguimiento y control y planificación de respuestas. Esta respuesta no es del todo correcta, pero no se puede catalogar al encuestado como completo desconocedor del tema.

En los resultados arrojados, se evidencia un bajo nivel de conocimiento sobre la existencia de modelos de GR, indicando una pobre o nula aplicación de Modelos de Gestión de Riesgos en los Proyectos de desarrollo de Software.

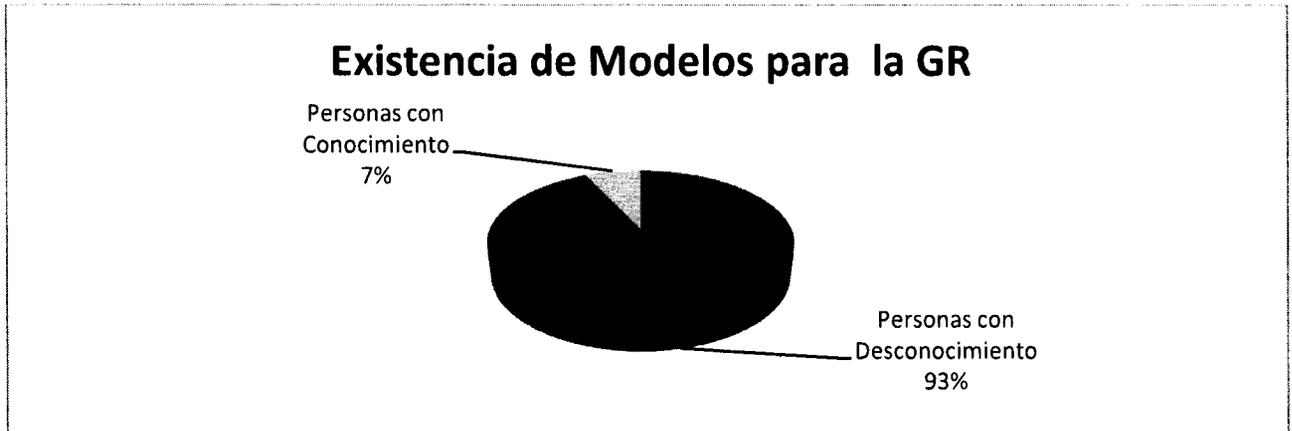


Figura 6: Existencia de Modelos para la GR.

Se reconoce la carencia de conocimientos e información sobre acciones que se emprenden en la UCI para Gestionar Riesgos.

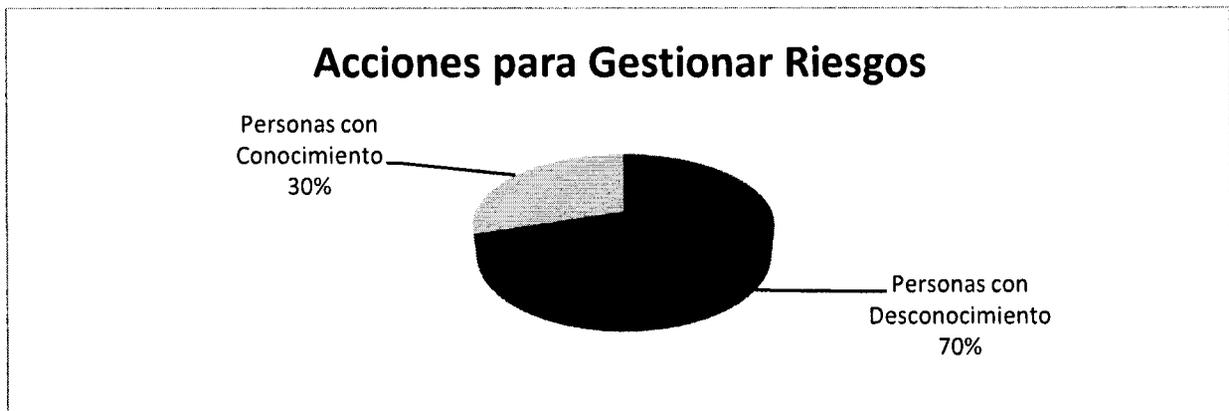


Figura 7 : Acciones para Gestionar Riesgos.

Los encuestados no reconocen las fases en las que se gestionan los riesgos, sino que las infiere en algunos casos, en otros las desconocen totalmente y solo un bajo por ciento reconoce todas las fases correctamente.



Figura 8 : Fases de la GR.

Algunos líderes de proyecto que fueron capaces de identificar correctamente modelos de GR, fueron capaces también de identificar las fases y de citar al menos una acción emprendida en la UCI para gestionar riesgos. Este grupo representa solamente el 6 % de los encuestados. Sin embargo, todos reconocen el que no se aplica un modelo en su proyecto.

De forma general, el personal vinculado a los proyectos reconoce la necesidad del tratamiento de los riesgos, pero factores tan importantes como son la existencia de los modelos y acciones para gestionar riesgos son desconocidos, siendo un problema potencial cuando los planes de estudio de la UCI y sus proyectos de desarrollo de software necesitan la incorporación y asimilación de un modelo de Gestión de Riesgos que permita a sus estudiantes y futuros egresados aplicar las técnicas formales para identificar, estudiar y eliminar las fuentes de riesgo antes de que empiecen a amenazar el cumplimiento de los objetivos de los proyecto software .

2.3. Acciones para Gestionar Riesgos en la UCI.

A pesar de estas generalidades, debe reconocerse que la asignación de temas para los trabajos de diploma ha constituido un factor impulsor de los estudios y aplicación de la GR. Hasta el momento se han desarrollado satisfactoriamente las siguientes investigaciones:

1. Desarrollo y perfeccionamiento de herramientas para la gestión de riesgos en proyectos de producción de software, Facultad 3.
2. Análisis y gestión de riesgos para el desarrollo de las aplicaciones del proyecto APS, Facultad 7.
3. Análisis de riesgos en la planificación de proyectos informáticos aplicados a la salud en Cuba, Facultad 7.
4. Una guía para el tratamiento de riesgos para el software educativo en la UCI, Facultad 9.
5. Gestión de Riesgos en el Proyecto de Informatización del Conocimiento Geológico en Cuba, Facultad 9.

Una de las acciones emprendidas para la GR, se basa en la creación de un expediente de proyecto por cada proyecto productivo de la UCI. El expediente cuenta con una serie de Plantillas de Análisis de Riesgos. Las plantillas presentan deficiencias notables, como son la ausencia en algunos casos de los campos indicadores de la probabilidad de ocurrencia e impacto del riesgo, ausencia de un plan de mitigación en otros, sumado a la nula actualización de la plantilla. Si bien es cierto que la creación de las plantillas refiere los primeros pasos para la mitigación de riesgos, se consideran que el resultado obtenido del empleo de las plantillas resulta totalmente insatisfactorio para una eficaz GR. No se obtiene una descripción detallada, concisa y relevante de los riesgos, no cuenta con una clasificación específica que indique el nivel de complejidad o seriedad de los mismos, los campos de la plantilla resultan insuficientes, reflejan pobreza en cuanto a la cantidad de información que pudieran aportar y no describen, de forma alguna, la situación de los riesgos posteriormente a las acciones de mitigación.

Ninguna de las acciones abarca la adopción de un marco de GR en el plano del desarrollo de software UCI que merezca atención y aplicación urgente y general.

En el curso 2006-2007, la Máster en Ciencias Yeleny Zulueta Veliz, expone en su tesis de maestría un Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Desarrollo de Software que constituye la propuesta actual para gestionar riesgos en la UCI.

2.4. Propuesta Actual para Gestionar Riesgos en la UCI.

El Modelo de GR para la UCI surge luego de identificar las características y tendencias de la GR, analizar los principales marcos de GR y su evolución, comprender la necesidad de uso en la UCI y las peculiaridades del proceso productivo. Cuenta con las siguientes características:

- Recoge las prácticas adecuadas según el entorno donde debe aplicarse, no es una réplica descontextualizada de otros marcos de GR analizados.
- Fomenta la comunicación del equipo de proyecto, dentro de este y de este con su entorno.
- Promueve la reutilización y registro de datos, no solo de los riesgos sino de la información histórica del proyecto.
- Se inserta, apoya y complementa la planificación, seguimiento y control, y de forma general, la Gestión de Proyectos.
- Apoya la gestión de los recursos en el proyecto, pues el impacto de los riesgos afectan directamente los recursos.
- Los procesos, actividades y tareas propuestos, son aplicables en cualquier fase del proyecto, lo que facilita su implantación en todo proyecto donde sea oportuna la GR.
- Recoge las actividades propuestas por estándares de calidad internacionales.
- Los expertos concuerdan en su efectividad, tanto en la concepción teórica como en los resultados que se obtendrán con su aplicación.

En resumen, se definen procesos que permiten planificar las actividades sobre los riesgos, identificarlos, analizarlos, planificar las respuestas ante ellos, seguir y controlar los riesgos en el contexto del proyecto, así como comunicar la información generada al respecto.

En los marcos existentes para la GR, se identifican algunos elementos importantes a tener en cuenta en la concepción del modelo. Sin embargo, su concepción está enmarcada en las necesidades de los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

2.4.1. Análisis de los Enfoques de GR en Correspondencia con las Necesidades y Acciones de la UCI.

El desarrollo de software en la UCI, precisa mucho más que identificar los eventos que pueden afectar los procesos y productos y comportarse de manera reactiva, por lo que no sigue las tendencias de la G1.

Los modelos adscritos a la G3, revolucionariamente proponen gestionar el proyecto por sus riesgos, sin embargo podría ser este un paso muy novedoso pero peligroso para la UCI cuando la gestión de sus proyectos de desarrollo de software es aun inmadura y el trabajo en equipo no es sólido.

Debe comenzarse utilizando procedimientos de la G2, haciendo énfasis en la necesidad del carácter proactivo de cualquier modelo que se adopte. Esto no implica que se puedan incorporar las mejores experiencias y enseñanzas de otros marcos de GR. Entre los modelos de la G2, la propuesta del SEI sobresale por su reconocimiento, integralidad, actualidad y aplicación internacional.

Sin embargo el modelo del SEI presenta una compleja estructura para ser íntegramente implementado en la UCI. La metodología del PMI perteneciente a la G3 no fue concebida sobre la base de proyectos de software, sin embargo propone una estructura bien definida para la GR para sus procesos, aunque no trabaja como el SEI, las actividades de comunicación que tan necesarias son a la UCI por el carácter docente de la producción. Trabaja además de manera profunda la etapa de la planificación de la GR como parte de la planificación del proyecto. Es esta una fase que se suele violentar en nuestros proyectos, por lo que adoptándola como proceso inicial en la GR, se apoya y refuerza la Planificación de los Proyectos.

Por otra parte, la GR, como área de procesos, no es contemplada en CMMI hasta el Nivel 3, la UCI necesita mucho esfuerzo aún para certificar tal nivel. Sin embargo, por la importancia que tienen los riesgos para el éxito de los proyectos, no cabe esperar más para que estos sean manejados. Este paso prepararía a la institución para alcanzar más rápido este nivel.

Los procesos, actividades y tareas que conforman el modelo propuesto, como la GR misma, están enfocados al logro del cumplimiento de los objetivos del proyecto, de productos y procesos con calidad sobre la base de la disminución de los riesgos. Es por esto que no está desligado de las actividades que proponen importantes modelos y estándares internacionales de calidad como puede verse en la Tabla.

ISO/IEC 12207	CMMI	Modelo
Determinar el alcance de la GR a ser ejecutado.		Planificación de la GR
Identificar los riesgos en la planificación de proyectos.	<p>Identificar riesgos.</p> <p>Determinar las fuentes y categorías de los riesgos.</p> <p>Definir los parámetros de los riesgos.</p>	Identificación de Riesgos
Analizar los riesgos en términos de probabilidad y consecuencias y determinar la prioridad en el tratamiento de estos riesgos.	Evaluar, categorizar y priorizar los riesgos.	Análisis de Riesgos.
<p>Definir, aplicar y evaluar las mediciones de riesgos para determinar los daños, el estado del riesgo y el progreso de las actividades de tratamiento.</p> <p>Definir e implementar estrategias apropiadas para la GR.</p>	<p>Desarrollar los planes de la mitigación del riesgo.</p> <p>Establecer la estrategia de GR.</p> <p>Implementación del plan de GR.</p>	Planificación de Respuestas.
Seguir el tratamiento apropiado para corregir o evitar el impacto del riesgo basados en su prioridad, probabilidad y consecuencia u otros principios de riesgo definido.		Seguimiento y Control
		Comunicación de los Resultados

Tabla 4: Correspondencia de los modelos de calidad con el modelo de GR.

2.4.2. Carencias del Modelo.

Las recomendaciones de la tesis de maestría de la Msc. Ing. Yeleny Zulueta están enfocadas a la mejora de la concepción de modelo y a la estrategia a seguir para su futura implantación en los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

En cuanto a los aspectos a tener en cuenta para el perfeccionamiento del Modelo de GR en proyectos de Desarrollo en la UCI, se recomienda:

- Perfeccionar el diseño del Registro de Riesgos según los datos necesarios de los procesos.
- Establecer las métricas para la evaluación de los procesos del Modelo y la eficacia de la GR para el proyecto.
- Realizar un estudio sobre las herramientas para la GR y su futura utilización como apoyo al Modelo propuesto.
- Complementar el modelo con una Guía de Herramientas y Técnicas de GR, de la cual ya se tienen los primeros esbozos. [11]

Una de las carencias fundamentales del modelo es la falta de métricas para la evaluación y la eficacia de la GR para el proyecto.

2.5. Empleo de Métricas para Gestionar Riesgos en la UCI.

Establecer las métricas para la evaluación de los procesos del Modelo y la eficacia de la GR para el proyecto es el aspecto en el que se propone trabajar, buscando complementar, enriquecer y completar la propuesta del Modelo de Gestión de Riesgos para la UCI.

Las encuestas realizadas a los líderes de proyecto tuvieron como objetivo conocer acerca del dominio y/o aplicación de métricas en la Gestión de Riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI.

Se comprueba el conocimiento sobre la existencia de métricas para la evaluación y monitoreo de la GR. También se indaga si se conoce en que fases de este se emplean.

Los resultados arrojados por las encuestas permiten dividir a la población encuestada en tres grupos:

1. Personas con conocimiento del tema tratado. Son aquellas que responden exacta y/o correctamente la interrogante planteada.
2. Personas con desconocimiento. Dentro de este grupo se incluyen los líderes de proyecto que no respondieron por falta de conocimiento o que lo hicieron de forma errónea.
3. Personas con conocimiento parcial. Constituye el grupo de encuestados que aunque no conoce el universo de respuestas correctas, al menos conoce un por cierto de información, que no permite catalogarlo como ignorante en el tema a tratar. Estos casos fueron encontrados al indagar sobre el conocimiento que se tiene sobre las fases de la GR en las que se debe emplean métricas. La falta de conocimiento total, se debe a que el encuestado infiere que el empleo de las métricas se realiza en una etapa avanzada de la GR, por lo que se tiende a asociar la fase de seguimiento y control y planificación de respuestas con las fases donde se realiza la valoración y monitoreo. Esta respuesta no es del todo correcta, pero no se puede catalogar al encuestado como completo desconocedor del tema.

Ante la interrogante de si el líder de proyecto conoce si existen métricas para gestionar riesgos, el 93% responde que no, solamente el 7% responde que sí sabe de la existencia de las mismas, pero es incapaz de identificar o nombrar al menos una métrica, mostrando no su nula aplicación, sino un desconocimiento prácticamente total del tema.

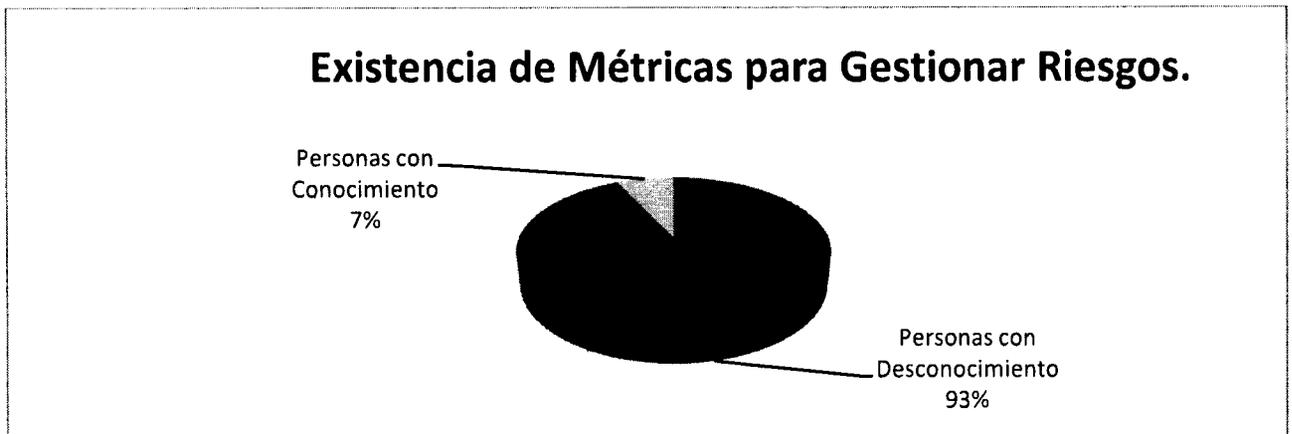


Figura 9: Existencia de Métricas para Gestionar Riesgos.

Al indagar sobre las fases de la GR donde se emplean las métricas, el desconocimiento fue prácticamente total y el conocimiento que se muestra es el resultado de la inferencia del encuestado, al valorar las posibles fases donde se puedan aplicar.

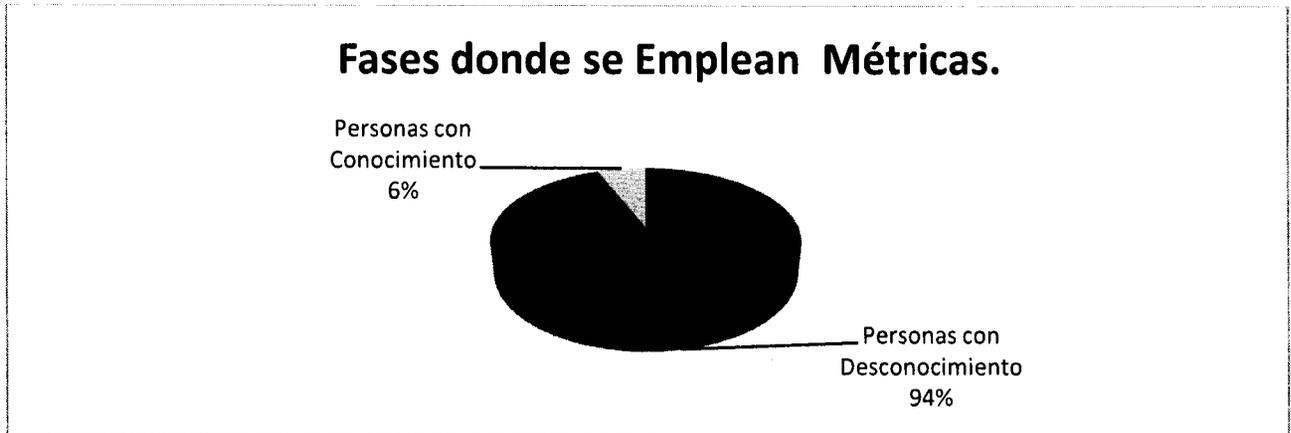


Figura 10: Fases donde se Emplean las Métricas.

Las encuestas arrojaron resultados importantes para la investigación. Existen factores que influyen directamente en que los líderes de proyecto no conozcan un Modelo de GR en la UCI y que el tema de las métricas sea totalmente desconocido.

Los Líderes de Proyectos desconocen la mayoría de las veces la existencia de Trabajos de Diploma e investigaciones que respaldan y apoyan de alguna manera los Proyectos de Desarrollo de Software. Se puede ejemplificar lo expuesto cuando no se implementan en la UCI las propuestas o resultados de los Trabajos de Diploma referentes a Acciones para la GR. Consecuentemente a este hecho aparece el desconocimiento de la existencia del Modelo de GR en la UCI y a su vez la nula utilización del mismo en los proyectos de desarrollo de software. Para el caso del desconocimiento de las métricas la escasa bibliografía en el tema GR es un factor negativo, pues de este tema no se investiga ni se profundiza. Se puede afirmar que el poco trabajo realizado alrededor de este tema resulta incompleto; pues ni siquiera existe una definición de métricas para cada una de las fases de la GR. Estos aspectos conllevan a que no exista una Guía de Métricas para la aplicar en la Gestión de los Riesgos en los proyectos de desarrollo de la UCI. Trayendo consigo que no se valora la calidad de la GR y no se monitoricen los procesos de la GR. Esta problemática aparece representada en el siguiente esquema:

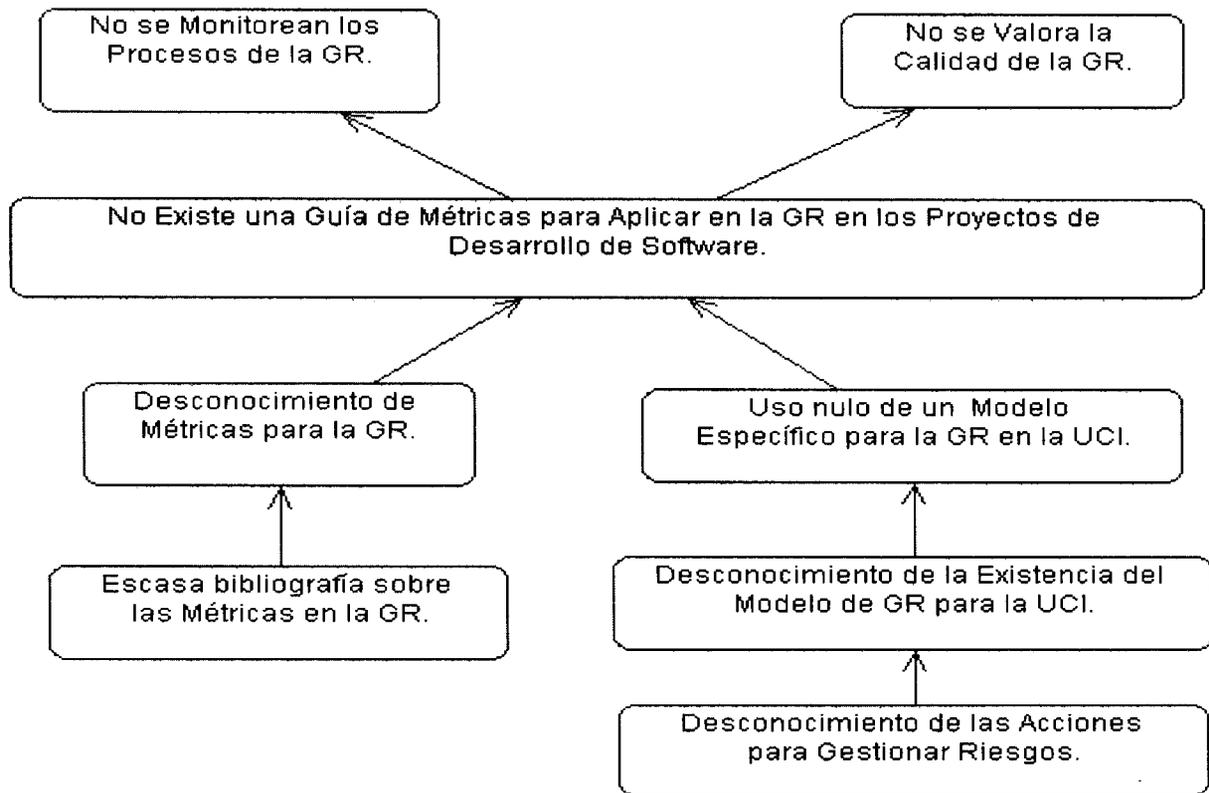


Figura 11: Árbol de Problemas.

Teniendo en cuenta la necesidad de crear una Guía de métricas que complete y complemente el Modelo de Gestión Riesgos para la UCI se plantea una propuesta que espera suplir la inexistencia de métricas para cada una de las fases y procesos de la gestión, que cumpla no solo con requisitos del Modelo, sino sea, además, factible para aquellos proyectos que empleen modelos internacionales.

2.6. Concepción de la Guía de Métricas.

Con la intención de cumplir con las reglas básicas para definir métricas, enunciadas en el capítulo I, se estudió la estructura de procesos del Modelo de GR de la UCI [11], incluyendo las actividades y tareas que se proponen en cada una de sus fases, con el objetivo de definir métricas para todos los procesos, capaces de medir todas las áreas de la Gestión.

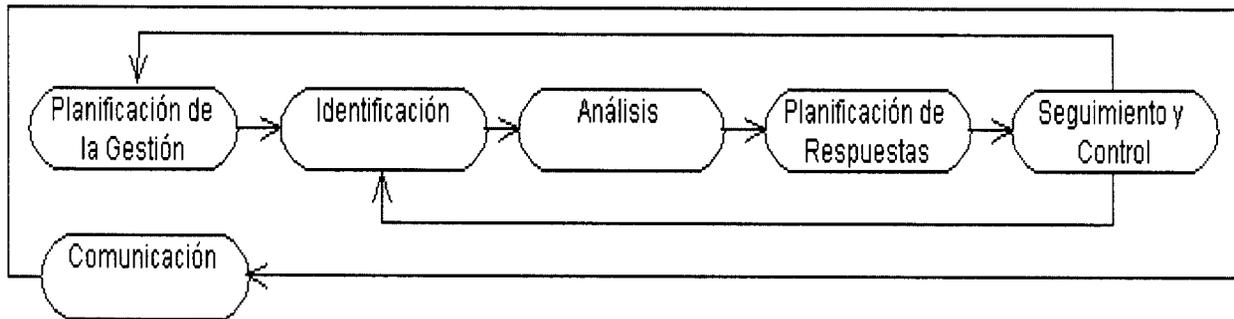


Figura 12: Estructura de Procesos del Modelo de GR para la UCI

Para el desarrollo de cada proceso del modelo de GR se definen actividades y tareas a realizar. La descripción de las tareas se apoya en una tabla que recoge:

Proceso: Identificador y nombre del proceso donde se desarrolla.

Actividad: Identificador y nombre de la actividad donde se desarrolla la tarea.

Tarea: Identificador y nombre de la tarea.

Objetivos: Propósitos a alcanzar con la realización de la tarea.

Además de otros aspectos: Datos de entrada, Herramientas y técnicas, Resultados, Participantes.

El identificador está compuesto por números y letras. Los primeros representan el orden (que no es en ningún caso estricto) y las últimas especifican:

P: si se trata de un Proceso

A: si se trata de una Actividad

T: si se trata de una Tarea [11]

A continuación aparece ejemplificado el proceso efectuado para la determinación de las métricas, el cual consta de los pasos:

1. Estudio de los objetivos generales y específicos de los procesos o fases de la GR.
2. Del conjunto de actividades y tareas, se seleccionan aquellas que son medibles y de significativa importancia para el proyecto.
3. Se definen métricas que satisfagan la necesidad de medición.

2.7. Proceso de Definición de las Métricas.

El procedimiento para definir las métricas comienza a partir del estudio de los objetivos de cada proceso propuesto por el Modelo de GR. Posteriormente se estudian las características de las actividades y tareas que se propone realizar en cada proceso. Se rastrean las tareas que permitan ser medidas y controladas a través de una o varias métricas, y se valora su importancia y repercusión directa en la realización efectiva del proceso en estudio. Para cada una de las tareas con dichas características se definen las métricas.

A continuación se expone, a través de seis tablas, el procedimiento para definir las métricas. Cada tabla cuenta con los elementos:

- Nombre del proceso en estudio.
- Objetivos generales del proceso.
- Actividades y Tareas que propone el Modelo de GR en la UCI.
- Acciones medibles del proceso (Se considera que las acciones medibles son las actividades, tareas o acciones que puedan ser medidas por una métrica.)
- Métricas definidas para las acciones medibles.

2.7.1. Proceso de Planificación de la GR

Objetivo: Establecer el marco general de referencia para la realización de la GR, como apoyo para determinar la viabilidad del proyecto, si se realizan inscritas en la etapa de planificación del mismo. Además, la planificación permite motivar e involucrar a la Dirección o Gerencia del Proyecto, sobre la base de razonar la oportunidad de realizar la GR y además permite crear las condiciones humanas y materiales para su buen desarrollo.

Actividad P1A1 Estudio de oportunidad.

Tarea P1A1T1 Determinar la oportunidad.

Actividad P1A2 Determinación del alcance del proyecto.

Tarea P1A2T1 Determinar objetivos y restricciones generales.

Tarea P1A2T2 Determinar dominio y límites.

Tarea P1A2T3 Identificar el entorno.

Actividad P1A3 Planificación de la GR.

Tarea P1A3T1 Planificar el trabajo.

Tarea P1A3T2 Determinar los recursos necesarios

Actividad P1A4 Factibilidad de la GR.

Tarea P1A4T1 Estimar costos y beneficios de la GR.

Tarea P1A4T2 Decidir la realización de la GR.

Actividad P1A5 Comunicación de resultados.

Tarea P1A5T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P1A5T2 Documentar experiencias.

Tarea P1A2T2 Determinar dominio y límites: Tiene como una de sus misiones: Crear la lista de roles relevantes que conlleva al análisis de las responsabilidades ya previstas en el proyecto.

Tareas P1A2T3 Identificar el entorno: Nueva revisión de los roles fundamentales involucrados de cualquier forma con el proyecto.

Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).

Tarea P1A4T1 Estimar costos: dimensiona el proyecto en cuanto a su coste y los retornos o beneficios que puede aportar.

Métrica de Estimación de Costos (MEC).

Tabla 5: Métricas en el Proceso de Planificación de la GR.

2.7.2. Proceso de Identificación de los Riesgos.

Objetivos: Determinar qué riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno.

Actividad P2A1 Selección de herramientas y técnicas a aplicar.

Tarea P2A1T1 Capacitar acerca de herramientas y técnicas.

Tarea P2A1T2 Analizar información histórica.

Tarea P2A1T3 Seleccionar herramientas y técnicas.

Actividad P2A2 Identificación de riesgos.

Tarea P2A2T1 Identificar los riesgos.

Tarea P2A2T2 Caracterizar los riesgos.

Actividad P2A3 Comunicación de resultados.

Tarea P2A3T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P2A3T1 Documentar experiencias..

Tarea P2A2T1: Declarar los riesgos y P2A2T2: Caracterizar los riesgos: Se efectúa un análisis de los riesgos, para el que se implementa un Registro de Riesgos que cuenta con datos como: Frecuencia, causas o fuentes, eventos potenciales, posibles respuestas.

Métrica de Precisión de fuentes (MPF).

Métrica de Precisión de Categorías (MPC).

Tabla 6 : Métricas en el Proceso de Identificación de los Riesgos.

2.7.3. Proceso de Análisis de los Riesgos.

Objetivos: Examinar los riesgos en detalle para determinar su extensión, sus interrelaciones, a través de su probabilidad de ocurrencia y el impacto asociados.

Actividad P3A1 Análisis cualitativo de los riesgos.

Tarea P3A1T1 Estimar la probabilidad y el impacto del riesgo.

Tarea P3A1T2 Priorizar los riesgos.

Actividad P3A2 Análisis cuantitativo de los riesgos.

Tarea P3A2T1 Cuantificar la probabilidad de ocurrencia del riesgo.

Tarea P3A2T2 Cuantificar el impacto del riesgo.

Tarea P3A2T3 Priorizar los riesgos.

Actividad P3A3 Análisis de los atributos del Riesgo.

Tarea P3A3T1 Verificar exactitud de los datos, estimaciones y cálculos realizados.

Actividad P3A4 Comunicación de resultados.

Tarea P3A4T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.

Tarea P3A4T1 Documentar experiencias.

Tarea P3A1T2: Priorizar los riesgos: Priorizar el riesgo tomando como base la caracterización del análisis.

Métrica de Exposición del Riesgo (MER).
Las actividades P3A1: Análisis cualitativo de los riesgos y P3A2: Análisis cuantitativo de los riesgos, sugieren la clasificación del riesgo posterior al análisis.
Métrica de Situación de Riesgos (DRS)

Tabla 7 : Métricas en el Proceso de Análisis de los Riesgos.

2.7.4. Proceso de Planificación de Respuestas
Objetivos: Desarrollar un plan detallado para controlar los riesgos más importantes identificados.
<p>Actividad P4A1 Valoración de la estrategia para enfrentar el riesgo.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A1T1 Identificar estrategias viables frente al riesgo.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A1T2 Seleccionar estrategia para enfrentar el riesgo.</p> <p>Actividad P4A2 Planificación de las Respuestas.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A2T1 Identificar respuestas según estrategia.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A2T2 Planificar respuesta.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A2T3 Valorar factibilidad de la respuesta.</p> <p>Actividad P4A3 Comunicación de resultados.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A3T1 Comunicar resultados al equipo del proyecto.</p> <p style="padding-left: 20px;">Tarea P4A3T2 Documentar experiencias.</p>
Tareas P4A1T1: Identificar estrategias viables frente al riesgo y P4A1T2 Seleccionar estrategia para enfrentar el riesgo. Crear métricas que sean capaces de valorar las estrategias que pueden seguirse para enfrentar el riesgo.
Métricas de Idoneidad del Plan de Contingencia (MIC)
Métricas de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM)

Tabla 8: Métricas en el Proceso de Planificación de Respuestas.

2.7.5. Proceso de Seguimiento y Control.	
Objetivos: Monitorear con vistas a controlar el desenvolvimiento de los riesgos.	
Actividad P5A4	Seguimiento de los riesgos
Tarea P5A4T1	Aplicar métricas para valoración de la calidad de procesos, técnicas y herramientas y resultados.
Tarea P5A4T2	Monitorear el estado de los riesgos.
Tarea P5A4T3	Control de los riesgos.
Tarea P5A4T4	Verificar cumplimiento de las respuestas a los riesgos.
Tarea P5A4T5	Verificar cumplimiento de los hitos de GR.
Tarea P5A4T6	Tomar decisiones sobre las pautas de GR.
Actividad P5A5	Comunicación de resultados.
Tarea P5A5T1	Comunicar resultados al proyecto.
Tarea P5A5T1	Documentar experiencias.
TareaP5A1T1: Aplicar métricas para valoración de la calidad de procesos, técnicas, herramientas y resultados.	
Métrica para la idoneidad de las técnicas (IEE). Métrica para la idoneidad de las herramientas (IHE). Métrica para la idoneidad de los resultados (MPR).	

Tabla 9: Métricas en el Proceso de Seguimiento y Control.

2.7.6. Proceso de Comunicación de los Resultados.

Objetivos: Formalizar las lecciones aprendidas y los elementos y herramientas relevantes del proyecto y plasmar esta información en un formato reutilizable para el equipo.

Tareas: Comunicar resultados al equipo del proyecto y Documentar experiencias. La comunicación de los resultados en muchos procesos, tiene en la comunicación de los integrantes del equipo de sus responsabilidades y actividades. Por lo que el personal debe tener completo dominio acerca de las especificidades del funcionamiento de la GR.

Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).

Tabla 10: Métricas en el proceso de Comunicación de los Resultados.

2.8. Resumen Sobre el Proceso de Definición de Métricas.

La Métrica de Estimación de Costos (MEC) permite que la Dirección pueda tomar con fundamento la decisión de emprender el proceso de GR y asignar los recursos necesarios para su desarrollo.

La Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD) surge de la necesidad de que el personal tenga pleno dominio sobre las actividades y responsabilidades que le han sido asignadas. Constituye una herramienta encaminada a asegurar la eficiencia en la labor a realizar por cada implicado en el proceso de GR, a partir de que el personal cuente con el total conocimiento de su contenido de trabajo.

El Registro de Riesgos es el artefacto que se crea durante la fase de identificación de los riesgos, y es actualizado o empleado durante la ejecución del resto de los procesos de GR, cuenta con los campos: Frecuencia, Causas o fuentes, Eventos potenciales y Posibles respuestas. Ante la necesidad de definir las fuentes de los riesgos, resulta sugerente crear La Métrica de Precisión de fuentes (MPF), para medir la efectividad o idoneidad con que se ha definido el listado de las causas o fuentes de los riesgos. De igual manera se define la Métrica de Precisión de Categorías (MPC), pues permitirá valorar la precisión con que se definió la categorización de los riesgos. Estas métricas, aunque se definen en este proceso, no son ejecutadas hasta el proceso del análisis de los riesgos.

La priorización de los riesgos es una de las tareas fundamentales, que surge a partir de la caracterización del análisis cualitativo. Para ello se hace imprescindible ejecutar previamente a la priorización, la Métrica de Exposición del Riesgo (MER). En el Modelo de Boehm, se propone evaluar la exposición del riesgo a través de esta métrica, que ha sido estandarizada y aplicada en disímiles proyectos de GR. Brindará los datos necesarios para elaborar fácilmente la lista de prioridades de los riesgos.

Se sugiere que posteriormente al análisis cuantitativo, se clasifiquen los riesgos para centrar la atención en un grupo determinado de estos. Una vez clasificados sería idóneo conocer, en dependencia de la cantidad contenida en cada clasificación, si la situación general de los riesgos es crítica, menos crítica o a seguir, para ello se define la Métrica de Situación de Riesgos (DRS).

Durante el Proceso de Planificación de Respuestas se recogen las posibles estrategias para mitigar los riesgos y con el objetivo de materializarlas se asocian a estas una planificación de respuestas. La tarea P4A2T3 indica que se debe valorar la factibilidad de las respuestas. Por lo que la idoneidad de la actividad de mitigar los riesgos, dependerá de la efectividad de las respuestas planificadas. De esta manera, al ejecutar la Métrica de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM), se comprobará la efectividad de las respuestas que se elaboraron.

Contingentar los riesgos constituye la respuesta a una posible estrategia, pues el plan de contingencia cuenta con acciones o tareas encaminadas a contrarrestar los daños que pudo haber ocasionado un riesgo y/o la creación y organización de un grupo de tareas encaminadas a que los riesgos no se produzcan. Si se lleva a cabo esta estrategia, se considera que sería de gran importancia definir la Métricas de Idoneidad del Plan de Contingencia (MIC).

La tarea P5A1T1: Aplicar métricas para valoración de la calidad de procesos, técnicas, herramientas y resultados indica directamente la definición de: la Métrica para la idoneidad de las técnicas (IEE), la Métrica para la idoneidad de las herramientas (IHE) y la Métrica para la idoneidad de los resultados (MPR).

Al finalizar cada proceso se debe implementar la tarea: Comunicar resultados al equipo del proyecto. La comunicación de los resultados en muchos procesos, además de la definición de las actividades, tiene hasta el momento antecedentes en la comunicación de los integrantes del equipo de sus responsabilidades y la discusión a través de las reuniones de análisis y planificación, de los informes y decisiones tomadas en cada caso. Sería idóneo medir, al terminar cada fase el nivel de conocimiento del personal que trabaja en la gestión. Para ello se define la Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).

Conclusiones del Capítulo II

Como resultado de los estudios e investigaciones realizadas en la UCI, se descubrió la existencia del Modelo de Gestión de Riesgos para la UCI, el cual:

- Resulta aplicable a los proyectos de desarrollo de software de la institución.
- No constituye un marco desconceptualizado de otros modelos de GR.
- Una de sus carencias es la inexistencia de una guía de métricas para el monitoreo de su efectividad.

Se define la propuesta de métricas enmarcada en el mencionado modelo. El proceso de definición persiguió como objetivo fundamental: definir las métricas para las acciones medibles de los procesos propuestos por el Modelo de GR.

Introducción

En este capítulo se describe la Guía de Métricas elaborada para la GR en los proyectos de desarrollo de Software en la UCI. Se muestran los resultados obtenidos durante la valoración de los expertos y de la aplicación en un proyecto de desarrollo de software, en aras de comprobar la calidad y efectividad de los resultados de las investigaciones, tanto en su concepción teórica como de su aplicación en la práctica social, es decir, el impacto que se espera obtener con la aplicación de los resultados teóricos de la investigación en la práctica.

3.1. Guía de Métricas para la GR en Proyectos de Desarrollo de Software.

La Guía de Métricas está compuesta por una serie de descripciones de las métricas que se apoyan en tablas para ser interpretadas por los consultores de la misma con mayor facilidad. Cada tabla contiene la descripción de una métrica. Con esta estructura se asegura que el consultor de la guía, obtenga la información que necesita de cada métrica de forma clara, precisa y detallada.

Los resultados del cálculo están caracterizados por intervalos o escalas de valores, con excepción únicamente de la Métrica de Exposición al Riesgo (MER), que al ser aplicada, reportará valores precisos. Para el resto de las métricas definidas en la propuesta, se emplea la escala: 0-75; 75- 100. El valor 0.75 o el 75 % constituye un valor a comparar con el resultado obtenido durante el cálculo. El 75% se estima por ser un valor relativamente elevado, que al ser comparado con el resultado de los cálculos brinda una medida de calidad. El 25 % restante representa un margen relativamente grande, que permite establecer valoraciones de cuanto se ha mantenido o decrecido este valor, cada vez que se reutilice la métrica para registrar los resultados que arroja.

3.1.1. Métrica de Estimación de Costos

Se aplica durante el Proceso de Planificación de la GR. Ayudará a decidir si resulta factible o no la realización de la GR.

El primer paso consiste en la determinación de las estimaciones de los costos y los beneficios. Para ello se aplicará alguna técnica de Análisis de Coste-Beneficio, que el responsable de la actividad (s) considere más idónea efectuar a partir de las características específicas del proyectos.

Seguidamente, se calculará la rentabilidad de la GR, en dependencia de la técnica utilizada en el primer paso. El resultado obtenido de este cálculo, brindará resultados parciales, dados por meses, años o procesos.

Se aplica la Métrica de Estimación de Costos (MEC).

<p>Valor Objetivo a Alcanzar:</p> <p>Factible A Valorar No Factible</p>	<p>Datos Requeridos:</p> <p>$\Sigma (B)$: Suma de todos los beneficios, resultados del estudio de rentabilidad.</p> <p>$\Sigma(C)$: Suma de todos los costos, resultados del estudio de rentabilidad.</p>
<p>Fórmula de la Métrica</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\Sigma (B) / \Sigma(C) > 0$ Factible • $\Sigma (B) / \Sigma(C) = 0$ A Valorar • $\Sigma (B) / \Sigma(C) < 0$ No Factible. 	

Tabla 11: Métrica de Estimación de Costos (MEC).

3.1.2. Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).

Para que el trabajo sea óptimo y eficiente, el personal involucrado en la GR, debe tener bien definidos sus roles, responsabilidades y actividades a realizar. Si no se tiene un alto nivel de conocimiento de estos temas, se corre el riesgo de que existan problemas asociados a actividades o tareas inconclusas, sin realizar o sobrecarga de trabajo. La métrica medirá la idoneidad del nivel de conocimiento con se cuenta, de forma general.

El procedimiento radica en efectuar una encuesta a los trabajadores y aplicar la métrica a partir de los resultados obtenidos. Una propuesta de encuesta se puede encontrar en el Anexo # 5.

Se aplicará durante el Proceso de Planificación de la Gestión.

<p>Valor Objetivo a Alcanzar:</p> <p>Idóneo</p> <p>No Idóneo</p>	<p>Datos Requeridos:</p> <p>AD: Actividades Definidas</p> <p>ADC: Actividades Definidas Correctamente (Respuestas Correctas).</p> <p>ADI: Actividades Definidas Incorrectamente (Respuestas Incorrectas).</p> <p>RD: Responsabilidades Definidas</p> <p>RDC: Responsabilidades Definidas Correctamente (Respuestas Correctas).</p> <p>RDI: Responsabilidades Definidas Incorrectamente (Respuestas Incorrectas).</p> <p>RA: Roles Asignados</p> <p>RA: Roles Asignados Correctamente (Respuestas Correctas).</p> <p>RAI: Roles Asignados Incorrectamente (Respuestas Incorrectas).</p>
---	---

Fórmula de la Métrica

- $\sum ADC / \sum AD = 1$ $\sum RDC / \sum RD = 1$ $\sum RAC / \sum RA = 1$ Idóneo
- $\sum ADI / \sum AD \neq 0$ $\sum RDI / \sum RD \neq 0$ $\sum RAI / \sum RA \neq 0$ No Idóneo

Tabla 12: Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).

3.1.3. Métrica de Precisión de Fuentes (MPF).

Las fuentes de los riesgos identifican las áreas comunes donde los riesgos pueden originarse. Algunas fuentes típicas de riesgo internas y externas pueden ser: Requisitos inciertos, esfuerzos sin precedentes, estimaciones o asignación irrealistas de horarios, habilidades y personal inadecuado, tecnología inasequible y otras. Estas clasificaciones surgen a consideración de la persona responsable de efectuar esta tarea. Cuando se cuenta con riesgos cuya fuente de origen no ha sido determinada, se puede decir que representa una fuente por definir. La métrica debe ser capaz de medir la precisión con la que se realizó el listado de las fuentes de los riesgos, o sea si tiene la exactitud requerida.

Se efectúa durante el Proceso de Identificación de Riesgos.

Valor Objetivo a Alcanzar: Preciso No Preciso	Datos Requeridos: Xr : Cantidad de Riesgos encontrados hasta el momento Fd : Cantidad de Fuentes Definidas Fpd : Cantidad de Fuentes por Definir
--	--

Fórmula de la Métrica

- $Fd / Xr \geq 0.75$ $Fpd / Xr < 0.75$ Preciso
- $Fd / Xr < 0.75$ $Fpd / Xr \geq 0.75$ Impreciso

Sugerencias:

Este resultado se obtiene cada vez que se haga la verificación en las etapas definidas y en caso de ser impreciso tomar las medidas necesarias, además le permite a la dirección del proyecto evaluar el proceso de forma general al culminar el desarrollo de SW, esto se realizara de la siguiente forma:

$$MPF_t = \sum_{i=1}^z (MPF_i) / Z$$

Donde:

MPF_t -Resultado General del Proceso

MPF_i –Resultado por Etapas

Z-Cantidad de etapas

MPFt / Z \geq 0.75 Proceso Preciso

MPFt / Z < 0.75 Proceso Impreciso

Tabla 13: Métrica de Precisión de Fuentes (MPF).

3.1.4. Métrica de Precisión de Categoría (MPC).

Establecer categorías para los riesgos proporciona un mecanismo para organizarlos, y asegurar el examen y atención apropiados de la gestión. Estas reflejan los comportamientos para los riesgos organizados por categorías. El objetivo de la identificación de las categorías es ayudar en la consolidación futura de las actividades en el plan de mitigación. Cuando tenemos riesgos que no se encuentran recogidos u organizados dentro de una categoría, es debido a la existencia de categoría(s) por definir. Esta métrica debe ser capaz de medir la precisión con la que se realizó el listado de las categorías de los riesgos, o sea si tiene la exactitud requerida. Se realiza durante el Proceso de Identificación de los Riesgos.

Valor Objetivo a Alcanzar:

Preciso

No Preciso

Datos Requeridos:

Xr – Cantidad de riesgos encontrados hasta el momento

Cd - Cantidad de categorías definidas

Cpd- Cantidad de categorías por definir

Fórmula de la Métrica

- Cd / Xr \geq 0.75 Cpd / Xr < 0.75 Preciso
- Cd / Xr < 0.75 Cpd / Xr \geq 0.75 Impreciso

Sugerencias:

Este resultado se obtiene cada vez que se haga la verificación en las etapas definidas y en caso de ser impreciso tomar las medidas necesarias, además le permite a la dirección del proyecto evaluar el proceso de forma general al culminar el desarrollo de SW, esto se realizara de la siguiente forma:

$$MPF_t = \sum_{i=1}^Z (MPF_i) / Z$$

Donde:

MPF_t -Resultado General del Proceso

MPF_i –Resultado por Etapas

Z-Cantidad de etapas

MPF_t / Z ≥ 0.75 Proceso Preciso

MPF_t / Z < 0.75 Proceso Impreciso

Tabla 14: Métrica de Precisión de Categorías (MPC).

3.1.5. Métrica de Exposición del Riesgo (MER).

En el modelo de GR para la UCI se propone realizar un Análisis cualitativo de los riesgos, estimando la probabilidad de ocurrencia y el impacto. En el Modelo de Boehm, se propone evaluar la exposición del riesgo a través de esta métrica, que ha sido estandarizada y aplicada en disímiles proyectos de GR. Esta métrica brindará los datos necesarios para efectuar la lista de prioridades de los riesgos. Se puede aplicar durante los Procesos de Análisis, (una vez efectuado los respectivos análisis de riesgo) y de Seguimiento y Control (con la idea de actualizar el listado de prioridades de los riesgo.)

<p>Datos Requeridos: ER: Exposición del Riesgo I: Impacto del riesgo P: Probabilidad de ocurrencia</p>	<p>Fórmula de la Métrica: ER = I * P</p>
--	--

Sugerencias:

A partir de los resultados obtenidos del cálculo, se puede efectuar la priorización de los riesgos, es decir, seleccionar los más importantes a partir de los resultados obtenidos de la MER. Se sugiere limitar el alcance de la GR a los diez riesgos más importantes. Esta idea es tratada además por

Boehm y Drive SPI y constituye la base de la priorización de los riesgos como vía para evitar la parálisis por análisis. El listado de los riesgos priorizados debe Oscilar entre los seis y quince riesgos.

Tabla 15: Métrica de Exposición del Riesgo (MER).

3.1.6. Métrica de Situación de Riesgos (DRS).

En el Modelo de GR de la UCI se propone clasificar los riesgos, para centrar la atención en un grupo determinado de riesgos. Utilizando la idea de Drive SPI: efectuar una clasificación denominada Distribución por Situación de Riesgos, se crea la métrica DRS.

Una vez clasificados los riesgos en críticos, menos críticos y a seguir(a partir de los resultados aportados por la métrica de exposición del riesgo), se comprobará cuan crítica resulta la situación actual de los riesgos, de forma general. Se aplica durante el proceso de Análisis de los riesgos.

Valor Objetivo a Alcanzar:	Datos Requeridos:
Situación Crítica	Xr – Cantidad de riesgos en total.
Situación Menos Crítica	Xrs – Cantidad de riesgos críticos
Situación a Seguir	Xri- Cantidad de riesgos menos críticos. Xra- Cantidad de riesgos a seguir

Fórmula de la Métrica.

- $Xrs / Xr \geq Xri / Xr > Xra / Xr$ (Crítica)

$$Xrs / Xr > Xri / Xr \geq Xra / Xr$$

- $Xrs / Xr < Xri / Xr > Xra / Xr$ (Menos Crítica)

$$Xrs / Xr < Xri / Xr \geq Xra / Xr$$

- $Xrs / Xr \leq Xri / Xr < Xra / Xr$ (A valorar)

$$Xrs / Xr < Xri / Xr < Xra / Xr$$

Tabla 16: Métrica de Situación de Riesgos (DRS).

3.1.7. Métrica de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM).

Al proponer las estrategias a llevar a cabo para la mitigación del riesgo, se planifica de igual manera las posibles respuestas ante la estrategia, por lo que la idoneidad de la actividad de mitigar los riesgos, dependerá de la efectividad de las respuestas planificadas, y el indicador del nivel de mitigación que ha tenido el riesgo, será la reducción la ER de cada riesgo. La métrica se aplicará durante el Proceso de Planificación de Respuestas.

<p>Valor Objetivo a Alcanzar:</p> <p>Idóneo</p> <p>No idóneo.</p>	<p>Datos Requeridos:</p> <p>Xr – cantidad de riesgos propuestos a gestionar.</p> <p>Eu - cantidad de respuestas planificadas</p> <p>Ec- cantidad de respuestas ejecutadas que cumplieron su objetivo.</p> <p>Enc- Cantidad de respuestas ejecutadas que no cumplieron su objetivo.</p> <p>Xrm- cantidad de riesgos que ha disminuido la ER.</p> <p>Xrn- cantidad de riesgos que no ha disminuido la ER.</p>
--	--

Fórmula de la Métrica

- $Ec / Eu \geq 0.75$ $Enc / Eu < 0.75$ Idónea
- $Xrm / Xr \geq 0.70$ $Xrn / Xrm < 0.70$
- $Ec / Eu < 0.75$ $Enc / Eu \geq 0.75$ No Idónea
- $Xrm / Xr < 0.70$ $Xrn / Xrm \geq 0.70$

Sugerencias:

1. Para determinar si ha reducido la ER, se propone emplear la fórmula:
ER actual= ER (antes de la mitigación) – ER (posterior a la mitigación).
2. Se puede Verificar la evolución por etapas , a través de la fórmula:

$$IPM_t = \sum_{i=1}^Z (IPM_i) / Z$$

Donde:

IPMt -Resultado General del Proceso

IPMi –Resultado por Etapas

Z-cantidad de etapas

Tabla 17: Métrica de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM).

3.1.8. Métrica de Idoneidad del Plan de Contingencia (MIC).

El plan de contingencia cuenta con acciones o tareas encaminadas a contrarrestar los daños que pudieron haber ocasionado un riesgo y/o la creación y organización de un grupo de tareas encaminadas a que los riesgos no se produzcan. La métrica se aplicará durante el proceso de Planificación de Respuestas.

Valor Objetivo a Alcanzar:

Efectivo

No efectivo

Datos Requeridos:

Ae . Cantidad de respuestas efectuadas.

Arp -Cantidad de acciones o tareas que cumplieron objetivo.

Asr –Cantidad de acciones o tareas que no cumplieron su objetivo .

Fórmula de la Métrica

- $Arp / Ae \geq 0.75$ $Asr / Ae < 0.75$ Efectivo
- $Arp / Ae < 0.75$ $Asr / Ae \geq 0.75$ No Efectivo

Sugerencias:

Se sugiere efectuar la verificación por etapas:

$$MIC t = \sum_{i=1}^Z (MIC i) / Z$$

Donde:

MICt -Resultado General del Proceso

MICi –Resultado por Etapas

Z-cantidad de etapas

MICt / Z ≥ 0.75 Proceso Efectivo

MICt / Z < 0.75 Proceso No Efectivo

Tabla 18: Métrica de Idoneidad del Plan de Contingencia (MIC).

3.1.9. Métrica de Idoneidad de las Técnicas (IEE)

Esta métrica medirá si las técnicas empleadas al efectuar la GR, fueron efectivas. Se aplicará durante el Proceso de Seguimiento y Control.

Valor Objetivo a Alcanzar:

Idónea
No Idónea

Datos Requeridos:

Tr – cantidad de técnicas utilizadas

Tu - cantidad de respuestas empleadas

Tc- cantidad de respuestas empleadas que cumplieron su objetivo.

Tnc- Cantidad de respuestas empleadas que no cumplieron su objetivo.

Te- cantidad de técnicas efectivas

Tn- cantidad de tareas no efectivas.

Fórmula de la Métrica

• Tc / Tu ≥ 0.75 Tnc / Tu < 0.75 Idónea

Te / Tr ≥ 0.70 Tn / Te < 0.70

• Tc / Tu < 0.75 Tnc / Tu ≥ 0.75 No Idónea

Te / Tr < 0.70 Tn / Te ≥ 0.70

Sugerencias:

1. Se sugiere que esta métrica sea utilizada en cada uno de los procesos donde se empleen técnicas para gestionar riesgos.
2. eVerificación por etapas de la evolución de la actividad:

$$IEE_t = \sum_{i=1}^z (IEE_i) / Z$$

Donde:

IEEt -Resultado General del Proceso

IEEi –Resultado por Etapas

Z-cantidad de etapas

IEEt / Z ≥ 0.75 Proceso Idóneo

IEEt / Z < 0.75 Proceso No Idóneo

IEEt / Z ≥ 0.75 Proceso Idóneo

IEEt / Z < 0.75 Proceso No Idóneo

Tabla 19: Métrica de Idoneidad de las Técnicas (IEE).

3.1.10. Métrica de Idoneidad de las Herramientas (IHE)

Esta métrica medirá si las herramientas empleadas al efectuar la GR, fueron efectivas. Se aplicará durante el Proceso de Seguimiento y Control.

Valor Objetivo a

Alcanzar:

Idónea

No Idónea

Datos Requeridos:

Hr – cantidad de herramientas utilizadas

Hu - cantidad de respuestas empleadas

Hc- cantidad de respuestas empleadas que cumplieron su objetivo.

Hnc- Cantidad de respuestas empleadas que no cumplieron su objetivo.

	<p>He- cantidad de herramientas efectivas Hn- cantidad de herramientas no efectivas. Te- cantidad de técnicas efectivas Tn- cantidad de tareas no efectivas.</p>
<p>Fórmula de la Métrica</p> <ul style="list-style-type: none"> • $H_c / T_u \geq 0.75$ $H_{nc} / T_u < 0.75$ Idónea $H_e / T_r \geq 0.70$ $H_n / T_e < 0.70$ • $H_c / T_u < 0.75$ $H_{nc} / T_u \geq 0.75$ No Idónea $H_e / T_r < 0.70$ $H_n / T_e \geq 0.70$ 	
<p style="text-align: center;">Sugerencias:</p> <p>Se sugiere efectuar la verificación por etapas.</p> $IHE_t = \sum_{i=1}^z (IHE_i) / Z$ <p>Donde: IHEt -Resultado General del Proceso IHEi –Resultado por Etapas Z-cantidad de etapas</p> <p>$IHE_t / Z \geq 0.75$ Proceso Idóneo $IHE_t / Z < 0.75$ Proceso No Idóneo</p>	

Tabla 20: Métrica de Idoneidad de las Herramientas (IHE).

3.1.11. Métrica de Idoneidad de los Resultados (MPR)

Las métricas se utilizan para monitorear la eficacia de los procesos realizados para gestionar los riesgos de forma general. La Métrica de Idoneidad de los Resultados tomará como atributo el Valor Objetivo a Alcanzar por el resto de las métricas. Si alguna métrica no cuenta con este campo (como por ejemplo: la Métrica de Exposición del Riesgo), sencillamente no se cuenta. El objetivo perseguido consiste en efectuar una estimación generalizada de la calidad de la GR en los procesos medidos con las métricas de la Guía. Se aplica en el proceso de seguimiento y Control.

<p>Valor Objetivo a Alcanzar:</p> <p>Efectivo</p> <p>Poco Efectivo</p> <p>No Efectivo</p>	<p>Datos Requeridos:</p> <p>Mx – cantidad de métricas aplicadas con el campo " Valor Objetivo a Alcanzar "incluido.</p> <p>Mr - cantidad métricas en las que se obtuvo resultados positivos (Factible, Preciso, Efectivo, Idóneo,). Para el caso en el que se emplee la Métrica de Situación de Riesgos (DRS), se toma solamente el Valor Objetivo : A Valorar).</p> <p>My - cantidad métricas en las que se obtuvo resultados negativos (Poco factible, No factible, No Preciso, No Efectivo, No Idóneo,. Para el caso en el que se emplee Para el caso en el que se emplee la Métrica de Situación de Riesgos (DRS) se cuentan los Valor Objetivos: Crítico y Menos Critico.</p>
--	---

Fórmula de la Métrica

- $Mr / Mx \geq 0.75$ $My / Mx < 0.75$ Idóneo
- $Mr / Mx < 0.75$ $My / Mx \geq 0.75$ No Idóneo

Sugerencias:

Verificación por etapas de la evolución de la actividad:

$$MPR_t = \sum_{i=1}^z (MPR_i) / Z$$

Donde:

MPRt -Resultado General del Proceso

MPRi –Resultado por Etapas

Z-cantidad de etapas

$MPRt / Z \geq 0.75$ Proceso Idóneo

$MPRt / Z < 0.75$ Proceso No Idóneo

Tabla 21: Métrica de Idoneidad de los Resultados.

3.1.12. Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).

Esta métrica surge de la necesidad de conocer el nivel de conocimiento del personal, acerca de las especificidades del funcionamiento de la GR, mostrando a su vez el nivel de comunicación existente entre los integrantes los equipos. Se realiza una serie de preguntas para medir el conocimiento en que se tiene en cada uno de los procesos. La métrica medirá la idoneidad del nivel de conocimiento con se cuenta, de forma general.

El procedimiento radica en efectuar una encuesta a los trabajadores, y aplicar la métrica a partir de los resultados obtenidos. Una propuesta de encuesta se puede encontrar en el Anexo # 6.

Es aplicable en cualquier proceso o durante el Proceso de Comunicación de los Resultados

El procedimiento radica en efectuar una encuesta a los trabajadores, y aplicar la métrica a partir de los resultados obtenidos. Una propuesta de encuesta se puede encontrar en el Anexo # 6.

<p>Valor Objetivo a Alcanzar:</p> <p>Idónea No Idónea</p>	<p>Datos Requeridos:</p> <p>Pr – cantidad de preguntas por proceso. Prb – cantidad de preguntas respondidas correctamente. Prm – cantidad de preguntas respondidas incorrectamente.</p>
<p>Fórmula de la Métrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $Prb / Pr \geq 0.75$ $Prm / Pr < 0.75$ (Idóneo) • $Prb / Pr < 0.75$ $Prm / Pr \geq 0.75$ (No Idóneo) 	

Tabla 22: Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).

3.2. Características de la Guía de Métricas.

Las métricas definidas proporcionan medidas e información sobre la forma que el personal desarrolla el software, desde el punto de vista humano de la efectividad de las herramientas y métodos empleados, por lo que están orientadas a la persona, caracterizándolas como métricas de Recursos, pues, muchos de los aspectos que se busca medir son: costos, desempeño, los métodos y las herramientas (en términos de efectos en la productividad y la calidad).

La guía está concebida para medir un trabajo de equipo que sigue una definición de procesos consistentes, pudiendo coordinar mejor el trabajo individual de sus miembros y dar continuidad a su proceso. Los procesos definidos identifican y simplifican tareas de rutina y ayudan a pensar con mayor precisión en el trabajo a realizar. Una vez que los procesos están definidos y medidos se pueden cambiar y mejorar. Con la idea de cuantificar el comportamiento de los procesos y caracterizarlos completamente se puede considerar que se han definido métricas del Proceso.

En función de las reglas básicas para definir métricas de software, adaptadas a las peculiaridades y necesidades de la gestión de riesgos:

1. Se definieron métricas para cada una de las fases de la GR propuestas por el modelo.
2. Se definieron métrica(s) que cuyos atributos están constituidos por otras métricas, para de esta forma medir de forma general la efectividad e idoneidad de los procesos medidos.
3. Se establecieron diferentes tipos de Métricas que se diferencien en cuanto a sus funciones dentro del proceso de gestión. Las mismas se emplean para:
 - Comprobar el desenvolvimiento de la gestión de riesgos en el proyecto.

En esta clasificación están comprendidas las métricas cuyos valores muestran la situación en la que se encuentra la GR en el momento de aplicarlas.

- Comprobar efectividad de técnicas y herramientas propuestas.

Estas métricas tienen como objetivo mostrar cuan efectivo ha sido el empleo de las técnicas y herramientas. Estos valores son comparados cada vez que se concluya una tarea o actividad donde se empleen técnicas o herramientas definidas.

- Mostrar facilidades para desarrollar procesos, actividades y tareas propuestas.

Ofrecen una medida de cuan efectivos han sido los resultados obtenidos, luego de aplicar tareas, actividades y procesos como son las estrategias, el plan de contingencia y el plan de mitigación. Los valores obtenidos al aplicar las métricas son registrados y comparados cada vez que se repita el proceso, brindando una medida de comparación.

- Mostrar facilidades para definir roles propuestos.

Estas Métricas deben medir el nivel de conocimiento del personal en función de las responsabilidades y actividades asignadas. Mostrando la idoneidad de la definición de los roles propuestos.

A continuación se muestra el por ciento que representa cada tipo de Métrica en la Guía.

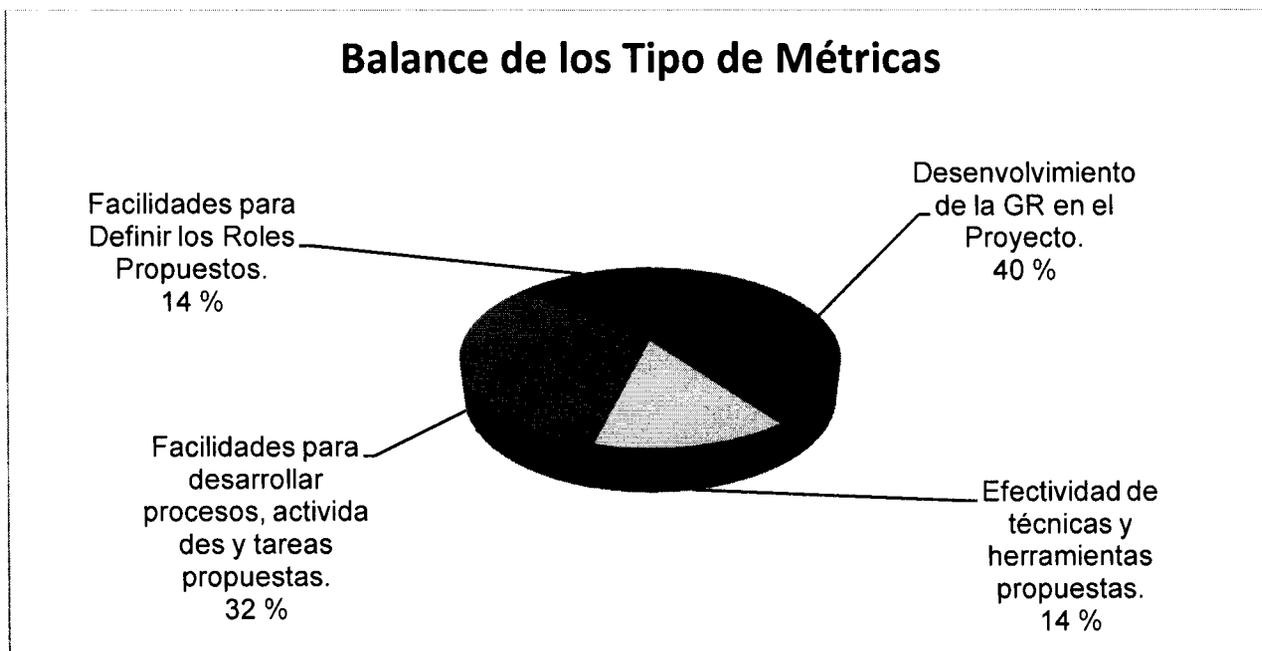


Figura 13: Balance de los Tipos de Métricas.

3.3. Evaluación de la Propuesta de Métricas.

La evaluación de la propuesta de Métrica se realiza a partir de la valoración de tres puntos fundamentales:

- Aplicación de la evaluación por multicriterio de expertos a través de un método capaz de evaluar no solamente los resultados propuestos sino también de caracterizar la calidad de la investigación.
- Valoración de los resultados obtenidos de la aplicación de la Guía de Métricas en el Proyecto de Desarrollo de Software "A Jugar".
- Valoración de los resultados obtenidos de la presentación de la investigación en importantes eventos científicos efectuados en la UCI.

3.3.1. Evaluación por el Método se Multicriterio de Expertos.

La realización de pronósticos se apoya en dos tipos generales de métodos: los de base objetiva y los de base subjetiva. Los métodos objetivos utilizan técnicas matemáticas bien fundamentadas, para procesar la información disponible; pero estas técnicas resultan impotentes para captar la evolución futura de situaciones con alto grado de incertidumbre como la que se investiga. De aquí que se hace necesario la utilización de métodos que estén estructurados a partir de la aceptación de la intuición como una comprensión sinóptica de la realidad social, y basados en la experiencia y conocimiento de personas considerados expertos en la materia a tratar. Estos métodos denominados subjetivos son conocidos como métodos de consulta o evaluación de expertos.

Se le denomina experto, tanto al individuo en sí como a un grupo de personas u organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus momentos fundamentales con un máximo de competencia. El lema de la evaluación de expertos, según V. Zatsiorski es: Dos cabezas piensan más que una.

El método de evaluación de expertos se emplea para comprobar la calidad y efectividad de los resultados de las investigaciones, tanto en su concepción teórica como de su aplicación en la práctica social, es decir, el impacto que se espera obtener con la aplicación de los resultados teóricos de la investigación en la práctica, cuando resulta imposible o muy difícil realizar las mediciones por métodos más precisos.[11]

Generalmente la evaluación multicriterio de expertos se encuentra asociada a los conceptos:

- Decisión: Elección de una de las alternativas posibles para solucionar un problema.
- Alternativas: Cada una de las soluciones posibles a un problema, dotadas de ventajas e inconvenientes diferentes.
- Criterios: Distintos aspectos de la realidad que inciden de alguna manera en las ventajas o inconvenientes de las alternativas disponibles como soluciones al problema.[18]

Se emplea el Método Delphi, pues permite obtener el consenso del grupo, maximizando las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizando sus inconvenientes.

Delimitación del objetivo u horizonte de evaluación.

Antes de aplicar el método, es necesario establecer el objetivo u horizonte en el que se desea realizar

la previsión:

Valorar la calidad de la concepción teórica y de la guía de métricas propuestas para gestionar riesgos en los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

Selección de los expertos.

Se efectúa la selección de seis expertos. El método Delphi plantea que la cantidad debe oscilar entre seis y nueve expertos. Los mismos deben contar con una reconocida experiencia y prestigio profesional avalados por su alta calificación científico-técnica, conocimiento profundo de la Calidad de Software, Gestión de proyectos, Gestión de riesgos, Conocimientos de métodos de medición de software y además deben haber obtenido resultados satisfactorios en la producción o la investigación. Se necesita que los expertos cuenten con una serie de características, como son:

- Competencia.
- Creatividad.
- Disposición a participar en la encuesta.
- Conformidad.
- Capacidad de análisis.
- Espíritu colectivista y autocrítico.
- Efectividad de su actividad profesional.

El grupo de expertos seleccionados estará integrado por:

Identificador	Expertos
E1	Ing. Enrique Pérez Rodríguez
E2	Ing. Yordanis Piñeiro Gómez
E3	Ing. Alexey Díaz Domínguez
E4	Ing. Jorge Infante Osorio
E5	Ing. Ramsés Ibarrola Suarez
E6	Yareisis Pérez Heredia

Tabla 23: Expertos e Identificadores del Proceso de Evaluación de Expertos. Búsqueda de alternativas.

Es de notar que en este método se parte, precisamente, de buscar las diferentes alternativas que se pretenden valorar. Luego de haberlas determinado, se procede con el proceso de consenso y selección de la mejor alternativa. Una vez determinadas las posibles acciones se indaga entre los expertos si consideran que esas son las que conformarán la lista final, o en caso contrario, si existen desacuerdos al respecto.

Las alternativas que se proponen para la valorar las propuestas están basadas en cuatro criterios fundamentales:

Criterio del Método Científico: referente al nivel de calidad de la fundamentación teórica

Criterios de Implantación: encierra los aspectos relacionados con usabilidad del modelo.

Criterios de Generalización: recoge las acotaciones concernientes al nivel de comprensión de la investigación y la propuesta.

Criterios de Impacto: posibilidades de trascendencia de la propuesta.

Estos criterios se especifican en las siguientes alternativas:

Indicadores	Alternativas
A1	Nivel de calidad de la investigación.
A2	Aportes científicos novedosos.
A3	Novedad científica de la investigación.
A4	Necesidad de uso del modelo.
A5	Satisfacción de las necesidades de la producción
A6	Garantía de principios básicos de la GR.
A7	Nivel de comprensión
A8	Facilidades de uso.
A9	Nivel de adaptación a diferentes entornos de producción de software

A10	Contribución al proceso de desarrollo de software.
A11	Contribución a la gestión de proyectos.
A12	Posibilidades de aplicación

Tabla 24: Alternativas e Indicadores del Proceso de Evaluación de Expertos.

Ponderación de las Alternativas

Los expertos asignan ponderación o peso a cada una de las alternativas, con el objetivo de ordenarlas según su influencia en el aspecto tratado, o según su importancia. En este caso se considerará que el peso estará entre 1 y 5, y significa la opinión que brinda un experto sobre la alternativa a tratar.

5- Excelente

4- Es muy buena, sin embargo se pudo haber perfeccionado.

3- Es Buena.

2- Es insuficiente.

1-Se recomienda que no sea considerada una alternativa a valorar, pues no se cumple en la investigación con los objetivos de la alternativa.

Posteriormente se intentará conocer en qué alternativas los expertos concuerdan, para ello se calcula de la siguiente manera el: **Coefficiente de concordancia**.

$$C_c = (1 - V_n / V_t) * 100$$

Donde:

C_c : coeficiente de concordancia ,

V_n : cantidad de expertos en contra del criterio predominante

V_t : cantidad total de expertos $60 \leq C_c$ de acuerdo al grado de precisión $R_j = \sum C_{ij}$,

C_{ij} : opinión del experto i para la acción j

De esta manera, se obtuvo la valoración de los expertos en cada una de las alternativas a valorar. Se muestran los resultados arribados en la siguiente tabla:

Alternativas	Expertos						Cc	Rj
	E1	E2	E3	E4	E5	E6		
A1	5	5	5	5	4	5	84	29
A2	5	5	5	5	5	5	100	30
A3	4	5	5	4	4	5	50	27
A4	5	5	5	5	5	5	100	30
A5	5	5	5	5	4	4	67	28
A6	5	5	5	5	4	5	84	29
A7	5	5	5	4	4	5	67	28
A8	5	5	5	5	4	5	84	29
A9	5	5	5	4	5	5	84	29
A10	5	5	5	5	5	5	100	30
A11	5	5	5	5	5	5	100	30
A12	5	5	5	4	4	5	67	28
A13	5	5	5	4	4	5	67	28

Tabla 25: Asignación de Pesos a las Alternativas.

Análisis de los resultados de la evaluación del Modelo.

Se logró un elevado nivel de concordancia entre los expertos al valorar las alternativas propuestas, coincidiendo en que:

La investigación cuenta con excelentes niveles de calidad, y de aportes novedosos. Se señala que la necesidad del uso del modelo es superlativa, pues garantiza los principios básicos de la GR. La propuesta brinda una alta contribución al proceso de desarrollo de software, y en la gestión de proyectos. Es adaptable a los diferentes entornos de producción de software, satisfaciendo así las necesidades de producción.

La propuesta tiene un buen nivel de comprensión y facilidad de uso. Brinda la posibilidad de ser automatizada y aplicada en los proyectos de desarrollo de software de la UCI.

3.3.2. Aplicación de la Propuesta en el proyecto de Desarrollo de Software "A Jugar".

¿Qué es "A Jugar"?

"A Jugar" es un proyecto de desarrollo de software educativo dirigido a la enseñanza preescolar. Su principal objetivo radica en crear conocimientos culturales así como habilidades en el manejo de la computadora en niños entre cinco y seis años de edad. El proyecto se está desarrollando desde el 2003 y actualmente se encuentra en la última iteración de la fase de construcción en el flujo de trabajo de implementación, en espera de validaciones por los especialistas para la liberación a Calidad.

Gestión de Riesgos en "A Jugar".

Durante el presente curso escolar 2007-2008, se asigna el tema: Gestión de Riesgos en el Proyecto "A Jugar" como trabajo de diploma para optar por el título de ingeniero en ciencias informáticas a los estudiantes Raidel Cano Pérez y Carlos Gutiérrez Solenzal. Con el objetivo de monitorear y valorar la eficacia de la Gestión de Riesgos, se aplica la Propuesta de la Guía de Métricas.

En un tiempo relativamente largo, posterior a la entrega formal de la Guía de Métricas a los Gestores de Riesgos del proyecto "A Jugar", se quiso indagar sobre el criterio existente de la efectividad la misma. Se aplicó una entrevista a uno de los Gestores: Raidel Cano Pérez, con la idea de conocer su opinión con respecto a temas como: nivel de legibilidad, utilidad, eficiencia, funcionalidad desde el

punto de vista del cálculo matemático, adaptabilidad al proceso de GR, beneficios o inconvenientes de las métricas, ventajas o desventajas de la Guía en general. Si se desea consultar el cuestionario empleado en la entrevista, puede remitirse al Anexo # 4.

Efectividad de la Guía de Métricas en la GR de "A Jugar".

Durante el proceso de GR del proyecto "A Jugar", se aplicó el 50% de las métricas propuestas en la guía. Fueron seleccionadas a consideración del Gestor de Riesgos, en función de necesidades de medición específicas, como son:

- Grado en que se cumplió la asignación de roles en la gestión de riesgos,
- Precisión del listado de fuentes y categorías de los riesgos,
- Efectividad de las prioridades,
- Efectividad de los planes de mitigación y contingencia,
- Calidad de los resultados obtenidos durante la aplicación de otras métricas.

Fueron aplicadas en los procesos: Planificación de la Gestión. Identificación de Riesgos, Análisis de Riesgos, Planificación de Respuestas, Seguimiento y Control. En el proceso de Comunicación de los Resultados no se aplicaron métricas, pues el consultor de la guía no lo consideró necesario.

En contra de los posibles inconvenientes que puedan presentar las métricas, el entrevistado considera que las mismas evidencian, de forma general:

- Alta funcionalidad desde el punto de vista del cálculo matemático,
- Claridad y precisión en la obtención de resultados,
- Legibilidad en las descripciones.

3.3.3. Presentación de la Guía de Métricas en Eventos Científicos.

La UCI promueve la participación activa de estudiantes y profesores en las investigaciones dirigidas a buscar soluciones a los problemas que se presentan en el proceso productivo, lo que se corresponde con el principio de la unidad docencia- investigación- producción.

Para ello se han efectuado durante el transcurso de cada curso escolar, durante el período (2004-2009) eventos científicos que promueven el desarrollo de investigaciones multidisciplinarias y transdisciplinarias en las distintas vertientes de la informática. Los eventos se dividen en dos grandes

grupos: Eventos en la UCI, se pueden citar: UCIENCIA, la Jornada Científica, entre otros vinculados a las copas de conocimiento. Y eventos nacionales, como el Forum de Ciencia y Técnica, ACC, CITMA, y las BTJ.

La propuesta ha sido presentada en eventos científicos efectuados en la UCI, contando con la participación de jurados expertos en temas de Ingeniería, Gestión y Calidad de Software. Los resultados obtenidos avalan la calidad de la propuesta, pues se obtuvo en la Copa de Ingeniería de Software UCI la condición de destacado, en la Jornada Científica a nivel de Facultad, se alcanzó la condición de Relevante y en la Jornada Científica UCI se obtuvo Mención.

Conclusiones del Capítulo III

El capítulo se centró en dos puntos fundamentales:

- La definición de la Guía de métricas.
- Valoración de la propuesta, tanto en la concepción teórica como en la práctica.

Posterior a la definición de la Guía de Métricas se establece la descripción de las características de la misma, basándose en los aspectos:

- Cantidad de procesos a los que se aplican métricas.
- Tipos de métricas empleados según las clasificaciones expuestas durante la definición de la fundamentación teórica.
- Tipos de métricas definidas en dependencia de la funcionalidad que cumplen dentro del proceso de GR.

La valoración de la propuesta mostró excelentes resultados, que de forma general avalan el nivel de calidad, funcionalidad, aplicabilidad, tanto de la propuesta como de la concepción teórica. La valoración se encausó hacia los resultados obtenidos durante:

- La evaluación por el multicriterio de expertos.
- La aplicación en el proyecto de desarrollo de software "A Jugar".
- La presentación de la investigación en eventos científicos efectuados en la UCI.

La Guía de Métricas surge luego de analizar las tendencias actuales de las métricas en los modelos de GR, las particulares y necesidades de medición del Modelo de Gestión de Riesgos de la UCI y de comprender cuán importante resulta su concepción y aplicación para monitoreo, valoración y control de los procesos propuestos en el modelo mencionado. Se puede concluir:

- La propuesta está enmarcada en el modelo de Gestión de Riesgos de la UCI, pues el mismo recoge prácticas adecuadas a las peculiaridades del proceso productivo en la UCI.
- Las métricas definidas cubren las áreas medibles de todos los procesos: Planificación de la Gestión, Identificación, Análisis, Planificación de Respuestas, Seguimiento y Control y Comunicación de los Resultados.
- Satisface las necesidades de medir aspectos como:
 - El costo de la Gestión de Riesgos.
 - La efectividad de las herramientas y técnicas empleadas.
 - Las facilidades para desarrollar procesos, actividades, tareas.
 - La Idoneidad de la definición de roles.
 - El nivel de conocimiento con que cuenta el personal de las responsabilidades y actividades que le han sido asignadas.
 - El desenvolvimiento de la gestión de riesgos en el proyecto.
 - Establecimiento de comparaciones sobre la evolución de los procesos medidos.
- Los resultados obtenidos al aplicar los métodos de investigación mostraron:
 - La existencia de deficiencias y problemas de comunicación en la UCI, entre los proyectos de desarrollo de software y de tipo trabajo de investigación-proyecto de desarrollo de software.
 - Pobre ejemplificación de métricas para la GR en los modelos estudiados reafirmando así la situación problemática que conllevó a la realización de este trabajo de diploma.
- Los expertos concuerdan en su efectividad, tanto en la concepción teórica como en los resultados que se obtendrán con su aplicación.
- Los resultados obtenidos durante la aplicación de la Guía de Métricas en el proyecto de Desarrollo de Software "A Jugar", reportaron excelentes resultados que avalan su eficacia.

Este trabajo de diploma propone una Guía de Métricas para la GR en los proyectos de Desarrollo de Software de la UCI, en función de implementar acciones que socialicen el conocimiento aportado, se recomienda:

- Publicar los resultados de este trabajo de diploma para poner a disposición de la UCI la guía de métricas propuesta.
- Proponer, tras comprobar un resultado exitoso, la utilización de la Guía de Métricas en los Proyectos de Desarrollo de Software de la Institución.
- Elaborar la estrategia de implementación del Modelo en la UCI.
- Formalizar la propuesta de una estrategia curricular sobre la incorporación del tema Gestión de Riesgos en las asignaturas de Ingeniería y Gestión de Software y Cursos Optativos.

Recomendaciones enfocadas a la mejora de la concepción de modelo:

- Como complemento de la propuesta se puede realizar la automatización de la misma, en aras de facilitar el trabajo del consultor de la propuesta.
- Crear un sistema de recolección de los datos dividida en dos vertientes:
 - Proveer: Colecciona los datos que se utilizarán posteriormente a la hora de efectuar el cálculo matemático de las métricas,
 - Recoger y Retroalimentar: Una vez efectuado el cálculo de las métricas el resultado obtenido sirva para la reutilización y retroalimentación de datos.

1. Roger S. Pressman, E.M.G.H., Ed. Mc Graw Hill, Ingeniería de software. Un enfoque práctico. 4ª edición ed. 1997.
2. D. E. Davison, G.F.M.H.C., Information Systems Development: Methodologies, Techniques and Tools. 2da ed. 1998.
3. Coral Calero, I.C., Mª Ángeles Moraga, Manuel Serrano Calidad y Medición de SI 2007/2008.
4. Mesa Redonda : Gestión de procesos clínicos vs planes de cuidados de enfermería:. in INFORENF 2003
5. Estévez, I.P., Métricas para el control de proyectos de Software, in FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. 2002, ISPJAE: Ciudad de la Habana.
6. Robles, M.C.E.A. Métricas para la Gestión de Proyectos de Software. in 3er Simposio Internacional de Cómputo. 2007. Instituto tecnológico de Morelia.
7. Yudisleidys Peña Lemus , Y.H.D., SIMETSE Sistema de Métricas para evaluar el Software Educativo, in Facultad 9. 2007, UCI: Ciudad de la Habana.
8. Maniasi, S., Identificación de Riesgos de Proyectos de Software en Base a Taxonomías, in Ingeniería de Software. 2005, ITBA: Argentina.
9. Navarro, A., Gestión del Riesgo, in Ingeniería de Software. 2006.
10. Gestión de riesgos en ingeniería del software. MAGERIT. 2005. Universidad de Murcia.
11. Veliz, I.Y.Z., Modelo de Gestión de Riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software, in Ingeniería de Software. 2007, UCI: Ciudad de la Habana.
12. Champion, T.T.M.y.R.E.M., A Methodology for measuring the risk associated with a software requirements specification. Australian Journal of Information Systems, 1996. **4:1**: p. 55-63
13. Marcelo, J. De la Gestión de los Riesgos en los Proyectos a la Gestión de los Proyectos por sus Riesgos. in (QUATIC) 2001.
14. P.Frola, C. Gestión de Riesgos- Proyecto DriveSPI
15. Márquez, M.C., La realidad de una correcta Gestión de Seguridad.Gestión de Riesgos. 2006.
16. Universidad de las Ciencias Informáticas(UCI). 2007 [cited; Available from: www.uci.cu].
17. Sendra, J.B., SIG y evaluación multicriterio. 2006, Universidad de Alcalá: España.

Acosta, M.R., Propuesta de métrica de productividad para el proceso de producción de software en la Facultad 4, in Facultad 4. 2007, UCI: Ciudad de la Habana.

Aquilino A. Juan Fuentes, R.I.C., Juan Manuel Cueva Lovelle, Benjamín López Pérez, Luis Joyanes Aguilar. Sistema de Métricas para tiempo Real en Aplicaciones Java. in SISOFIT 2001. Simposio Iberoamericano de Sistemas de Información e Ingeniería de Software en la Sociedad del Conocimiento. 2001. Santa Fé de Bogotá. Colombia.: Universidad de Oviedo y Universidad Pontificia de Salamanca.

Arregui, J.J.O., Revisión Sistemática de Métricas de Diseño Orientado a Objetos, in Facultad de Informática. 2005, Universidad Politécnica de Madrid: España.

Bidea, I.M. and J.M.C. Hita., Análisis coste-beneficio del programa de detección precoz de enfermedades metabólicas en la comunidad autónoma vasca in Health Planning and Finance. Departamento de Salud del Gobierno de Navarra. 2002, London School and Economics and Political Science.

Carolina Esteves , M.L., Mariel Feder. Métricas para apoyo a la toma de decisiones gerenciales. in VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. (CACIC 2001). . 2001.

Champion, T.T.M.y.R.E.M., A Methodology for measuring the risk associated with a software requirements specification. Australian Journal of Information Systems, 1996. 4:1: p. 55-63

Coral Calero, I.C., M^a Ángeles Moraga, Manuel Serrano Calidad y Medición de SI 2007/2008.

Coral Calero, M.P., Macaria Polo, Francisco Ruiz, ed. Métricas para la Evaluación de la Complejidad de Bases de Datos Relacionales. Departamento de Informática. Vol. 3. 2000, Universidad Catilla-La Mancha: España. 264-273.

Cuadrado-Gallego, J.J., Adaptación de las métricas de reusabilidad de la Ingeniería del Software a los learning objects, in RED. Revista de Educación a Distancia. 2005, Universidad de Valladolid: España.

D. E. Davison, G.F.M.H.C., Information Systems Development: Methodologies, Techniques and Tools. 2da ed. 1998.

Estévez, I.P., Métricas para el control de proyectos de Software, in FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. 2002, ISPJAE: Ciudad de la Habana.

Hill, R.S.P.M., Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. 3ra ed. 1993.

Lisset Torres Iliina , R.P.G., Propuesta de un sistema de métricas para la evaluación de los proyectos de Gestión de la UCI. 2007, UCI: Ciudad de la Habana.

- Maniasi, S., Identificación de Riesgos de Proyectos de Software en Base a Taxonomías, in Ingeniería de Software. 2005, ITBA: Argentina.
- Marcelo, J. De la Gestión de los Riesgos en los Proyectos a la Gestión de los Proyectos por sus Riesgos. in (QUATIC) 2001.
- Márquez, M.C., La realidad de una correcta Gestión de Seguridad. Gestión de Riesgos. 2006.
- Martínez, M.E.M., F.J.G. Peñalvo, and M.A.L. Serrano, Métricas en la reutilización orientada al objeto. 1999.
- Navarro, A., Gestión del Riesgo, in Ingeniería de Software. 2006.
- P.Frola, C. Gestión de Riesgos- Proyecto DriveSPI
Públicas., M.d.A. (2008) Técnicas y Prácticas de la Gestión de Proyectos. MÉTRICA. VERSIÓN 3. Metodología de Planificación, Desarrollo y Mantenimiento de sistemas de información.
- Robles, M.C.E.A. Métricas para la Gestión de Proyectos de Software. in 3er Simposio Internacional de Cómputo. 2007. Instituto tecnológico de Morelia.
- Roger S. Pressman, E.M.G.H., Ed. Mc Graw Hill, Ingeniería de software. Un enfoque práctico. 4ª edición ed. 1997.
- Rosa, E.P., Equidad Intergeneracional y sostenibilidad. Las generaciones futuras en la evaluación de políticas y proyectos. , in Departamento de Economía Aplicada. Octubre de 2001, Universidad Autónoma de Barcelona.: España.
- Sendra, J.B., SIG y evaluación multicriterio. 2006, Universidad de Alcalá: España.
- Veliz, I.Y.Z., Modelo de Gestión de Riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software, in Ingeniería de Software. 2007, UCI: Ciudad de la Habana.
- Yudisleidys Peña Lemus , Y.H.D., SIMETSE Sistema de Métricas para evaluar el Software Educativo, in Facultad 9. 2007, UCI: Ciudad de la Habana.
- Mesa Redonda : Gestión de procesos clínicos vs planes de cuidados de enfermería.: in INFORENF 2003
- Gestión de riesgos en ingeniería del software. MAGERIT. 2005. Universidad de Murcia.
- Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). 2007 [cited; Available from: www.uci.cu].

Términos.

Actividad: Concepto utilizado en el modelo de procesos, que agrupa un conjunto de tareas con criterios funcionales

Análisis de los riesgos: Es el proceso de examinar los riesgos en detalle para determinar su extensión, sus interrelaciones y su importancia a través del análisis cualitativo y/o cuantitativo de la probabilidad de ocurrencia y el impacto asociados.

Calidad: Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas.

Calidad del software: Es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. La calidad del software ha pasado de una simple inspección y detección de errores a un cuidado total en su proceso de fabricación, desarrollo y mantenimiento; y es que el correcto funcionamiento de éste es fundamental para el óptimo comportamiento de los sistemas informáticos.

Comunicación de la información sobre los riesgos: Proceso que posibilita que fluyan los datos en el proyecto y además las vías para estipular la información sobre los riesgos de manera formal y reutilizable, para que el mismo proyecto y otros, puedan utilizarla como información histórica y aprender de ella.

Dominio: Unidades en las que se centra la GR.

Equipo: Es un grupo de trabajo constituido por una serie de profesores, investigadores, colaboradores y alumnos unidos para acometer un determinado proyecto o avanzar en el conocimiento y en la investigación teórica y aplicada.

Retroalimentación: Es un proceso que permite que una fuente originada a partir de una operación, sea utilizada como datos de entrada para la ejecución de otras acciones..

Gestión de Riesgos: Se refiere a los procesos que se encargan tanto de planificar, identificar y analizar, como de responder al riesgo y seguir y controlar las actividades planificadas al respecto.

Gestión de proyecto: La Gestión de Proyectos tiene como finalidad principal la planificación, el seguimiento y control de las actividades y de los recursos humanos y materiales que intervienen en el desarrollo de un Sistema de Información o en la vida de un proyecto.

Herramientas: Utensilios o provisiones necesarias para poder emprender un proyecto de software. Soportan los procesos de desarrollo de software modernos.

Identificación de los riesgos: Consiste en determinar qué riesgos tienen probabilidad de afectar el proyecto y documentar las características de cada uno. No es un proceso que ocurra una sola vez sino que deberá ser ejecutado según una base regular sobre la duración del proyecto y/o según los resultados del Seguimiento y Control de los riesgos.

Impacto: Alcance de lo que sucedería si el riesgo se materializara (la dimensión efecto). Pérdida que ocasiona el riesgo.

Incertidumbre: Inseguridad dada por la posibilidad con que un evento o condición puede ocurrir.

Información: Conocimientos sobre objetos, como por ejemplo hechos, *eventos*, cosas, *procesos* o ideas, inclusive conceptos, que dentro de un contexto determinado poseen un significado concreto. Mensajes que se utilizan para representar un hecho o un concepto dentro de un proceso de comunicación a fin de incrementar los conocimientos.

Informal: Expresado en lenguaje natural.

Ingeniería de Software: Tratamiento sistemático de todas las fases del ciclo de vida del software.

Modelo: Arquetipo que se toma como pauta a seguir.

Monitorear: Sinónimo de monitorizar. Los verbos monitorizar y monitorear significan: seguir, controlar, comprobar.

Persona: Las personas son seres humanos que intervienen en el proceso de desarrollo, a diferencia del término abstracto trabajadores. Los principales autores de un proyecto software son los arquitectos, desarrolladores, ingenieros de prueba, y el personal de gestión que les da soporte, además de los usuarios, clientes y otros interesados.

Planificación: La planificación es el establecimiento de objetivos, y la decisión sobre las estrategias y las tareas necesarias para alcanzarlos.

Planificación de la GR: Establecimiento de objetivos de la GR, y la decisión sobre las estrategias y las tareas necesarias para alcanzarlos. Es el proceso de decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de GR para el proyecto.

Planificación de las respuestas a los riesgos: Implica desarrollar acciones para cada uno de los riesgos principales, establecer prioridades para las acciones de un riesgo, y crear un plan integrado de GR, lo que conlleva implementar las acciones de riesgo en una programación de proyecto asignando dichas tareas a individuos y realizando un seguimiento activo de su estado.

Prácticas: Representan un medio para la consecución de objetivos específicos, de manera segura y precisa, sin necesidad de cumplir criterios o reglas preestablecidas.

Proceso: Es un conjunto de actividades y resultados asociados que producen un resultado.

Proceso de Desarrollo de Software: Es la definición del conjunto completo de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un producto. Un proceso es una plantilla para crear proyectos.

Producto: Conjunto de artefactos que se crean durante la vida del proyecto, como los modelos, código fuente, ejecutables y documentación.

Proyecto: Combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito, tiene un punto de de comienzo definido y con objetivos definidos mediante los que se identifican.

Proyecto de Software: El elemento organizativo a través del cual se gestiona el desarrollo de software. El resultado de un proyecto es una versión de un producto.

Recursos: Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una tarea.

Requerimiento: Son capacidades o características que debe tener el sistema o modelo desarrollo para satisfacer la demanda y/o necesidad del cliente.

Salvaguarda: Procedimiento o mecanismo tecnológico que reduce el riesgo.

Seguimiento y Control de los riesgos: Es un proceso esencial para la implementación de un PGR eficaz. Permite asegurar que las tareas asignadas que implementan medidas preventivas o planes de contingencia, se realizan en el tiempo previsto dentro de las restricciones de recursos del proyecto.

Sistema de Información Conjunto de elementos físicos, lógicos, de comunicación, datos y personal que permiten el almacenamiento, transmisión y proceso de la información.

Modelo de Procesos: Descripción funcional (esquema explicativo) de la GR.

Tarea: Concepto utilizado en el submodelo de procesos, que conlleva las acciones a realizar, los productos y documentos a obtener, y las técnicas utilizables en su realización

Técnicas: Sucesión ordenada de acciones que se dirigen a un fin concreto, conocido y que conduce a unos resultados precisos. Conjunto de heurísticas y procedimientos que se apoyan en estándares: utilizan una o varias notaciones específicas en términos de sintaxis y semántica y cumplen criterios de calidad en cuanto a la forma de obtención del producto asociado..

Tiempo: Variable que no se puede modificar. No se puede, alargar, estirar, comprar o detener. Sin embargo, se puede estimar, organizar y medir. Mientras mejor se controle el uso del tiempo, más eficiente será el trabajo.

Unidad: Entidades que van desde organizaciones, instituciones, empresas, proyectos, áreas y fases del proyecto, que pueden estar o no, en el dominio de la GR.

Acrónimos.

CMM: Capability Maturity Model, Modelo de Capacidad y Madurez.

CMMI: Modelo de Madurez de Capacidades Integrado

Drive SPI: Risk-Driven Software Process Improvement, Mejora del Proceso de Software basado en Directivas de Riesgo.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.

ISPJAE: Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría.

ISPL: Information Services Procurement Library, Librería de Adquisición de Sistemas de Información.

MAGERIT: Metodología de Análisis y GEstión de Riesgos de los sistemas de Información de las AdminisTraciones Públicas.

PGP: Plan de Gestión del Proyecto.

PGR: Plan de Gestión de Riesgos.

PMBok: Project Management Body of Knowledge, Cuerpo del Conocimiento de Gestión de Proyectos.

PMI: Project Management Institute, Instituto de Gestión de Proyectos.

SEI: Software Engineering Institute, Instituto de Ingeniería de Software.

SRE: Software Risk Evaluation, Evaluación de Riesgos de Software.

TRM: Team Risk Management, Gestión de Riegos del Equipo.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas.

Anexo # 1. Guía para Encuesta a los Líderes de Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI.

Encuesta acerca del dominio y/o aplicación de la Gestión de Riesgos, así como el empleo de Métricas para gestionar los riesgos en Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI.

Con el análisis de las respuestas de este cuestionario se pretende conocer si se realiza en los Proyectos de Desarrollo de Software en la UCI el tratamiento de los riesgos y si se utilizan métricas para evaluar y monitorear la Gestión de Riesgos. Agradecemos su sinceridad en las respuestas y le garantizamos la confidencialidad y anonimato de sus criterios.

Le rogamos especificar el rol que desempeña en el proyecto actualmente, tiempo de trabajo del proyecto, tiempo de experiencia que tiene usted en el proyecto (datos expresados en años o meses).

Rol _____

Tiempo de Trabajo del Proyecto _____ () meses () años.

Tiempo de Experiencia en el Proyecto _____ () meses () años.

Las preguntas están relacionadas con su experiencia en el trabajo en el proyecto al que pertenece.

1. En el proyecto en el que trabaja ¿se realiza la Gestión de Riesgos?

Si () No () Otro Criterio _____

2. En caso de que la respuesta halla sido positiva :

¿Utiliza algún modelo específico para gestionar? Si la respuesta es positiva menciónelo(s).

Si () Modelo(s) _____

No () Otro Criterio _____

¿El tratamiento de los riesgos se realiza por fases? Si la respuesta es positiva, marque con una x las fases en las que se gestiona los riesgos.

Si () No ()

Otro Criterio _____

Identificación, Análisis, Planificación, Seguimiento y Control

¿Utiliza métricas para monitorear y/o valorar la Gestión de riesgos?

Si No Otro Criterio _____

En caso de que la respuesta haya sido afirmativa marque con una x la opción que se adapta a su caso:

Las métricas están definidas previamente por algún modelo o metodología.

Mencione el modelo(s) o metodología(s) _____

La métricas las definimos nosotros mismos en el proyecto.

Mencione alguna de estas métricas.

Las métricas se utilizan en la etapa de:

(Marque con una x)

Identificación, Análisis. Planificación, Seguimiento y Control

Otra Fase _____

Gracias por su atención.

Anexo # 2. Anexo 2. Guía para Entrevista a la Msc Yeleny Zulueta Veliz.

Introducción:

- Saludo
- Informar el objetivo: Indagar sobre el modelo de GR para la UCI propuesto por la entrevistada durante la realización de su tesis de maestría.

Desarrollo:

1. ¿Por qué cree que fue necesario aplicar un modelo de GR en la UCI?
2. El modelo propuesto por usted ¿resuelve las necesidades reales de los proyectos de desarrollo de la institución? ¿Cuáles son estas necesidades?
3. ¿Qué características presenta el modelo?
4. ¿Qué ventajas proporciona dicho modelo con respecto al resto de los modelos existentes, investigados por usted ?
5. Si este modelo ha sido analizado por expertos ¿que valoraciones ofrecieron?
6. ¿Se probó su efectividad en algún proyecto de desarrollo de software? Mencione el nombre del proyecto al que hace alusión.
7. ¿Es el único modelo propuesto actualmente en la UCI?
8. ¿Cree necesario incluir la definición de métricas en el modelo? ¿Por qué?
9. ¿Qué métricas propondría usted para cada una de las fases existentes?

Conclusiones:

- Agradecer su cooperación.
- Despedida.

Anexo # 3. Anexo 3. Cuestionario para la evaluación de la propuesta.

Usted ha sido seleccionado, por su calificación científico técnica y los resultados alcanzados en su labor profesional, como experto para evaluar los resultados de esta investigación. En este cuestionario debe precisar el peso (en un rango 1-5) que le concede a cada criterio de evaluación de acuerdo a su opinión. Para un mejor entendimiento de la propuesta, se han dividido las interrogantes en cuatro criterios generalizadores (Criterios del método científico, Criterios de Implantación, Criterios de generalización, Criterios de impacto).

Los pesos le brindarán las siguientes valoraciones ante cada alternativa:

5- Excelente

4- Es muy buena, sin embargo se pudo haber perfeccionado.

3- Es Buena.

2- Es insuficiente.

1-Se recomienda que no sea considerada una alternativa a valorar, pues no se cumple en la investigación con los objetivos de la alternativa.

Criterios a Evaluar	Peso
1. Criterios del método científico	
1.1 Nivel de Calidad de la Investigación	
1.2 Aportes Científicos Novedosos	
1.3 Novedad Científica de la Investigación	
2. Criterios de Implantación	
2.1 Necesidad de Uso del Modelo	
2.2 Satisfacción de las necesidades de la producción	
2.3 Garantía de principios básicos de la gestión de riesgos	
3. Criterios de generalización	
3.1 Nivel de comprensión	
3.2 Facilidades de uso	
3.3 Nivel de adaptación a diferentes entornos de producción de SW.	
4. Criterios de impacto	
4.1 Contribución al proceso de desarrollo de SW.	
4.2 Contribución a la gestión de proyectos)	
4.3 Posibilidades de aplicación.	
4.4 Posibilidades de automatización.	

Tabla 26: Alternativas a Evaluar.

Agradecemos por anticipado su valiosa colaboración.

Anexo # 4. Guía para entrevista al Gestor de Riesgos del Proyecto "A jugar".

Esta entrevista tiene como objetivo comprobar la efectividad de la Guía de Métricas, luego de haber sido aplicada durante el proceso de Gestión de Riesgos en el proyecto de desarrollo de Software "A Jugar".

- Saludos
 - Informar Objetivos de la entrevista
 - Formular Preguntas
1. ¿De las métricas definidas en la Guía, cual o cuales usted empleó?
 - 1.1. ¿Por qué utilizó esas y no otras?
 - 1.2. ¿En qué procesos empleó las métricas? Si no las empleó en todas diga por qué.
 2. El utilizar las métricas ¿le reportó algún beneficio en función de comprobar la calidad de la Gestión de Riesgos?
 - 2.1. Mencione cuales fueron los beneficios.
 - 2.2. ¿A la hora de aplicar las métricas, encontró algún inconveniente de los que se señalan a continuación? De ser así, diga cuales:
 - a) Poca funcionalidad desde el punto de vista del cálculo matemático
 - b) Se obtienen ambigüedades en los resultados del cálculo.
 - c) Poca legibilidad en la descripción de la métrica.
 - d) Poca legibilidad en cuanto a otros aspectos.
 - e) Métricas deficientes.
 - f) Métricas poco adaptables al proceso de GR que usted llevó a cabo en el proyecto.
 - 2.3. Si encontró otro (s) inconveniente(s), por favor, méncionelos.
 3. Menciones de forma general las ventajas y desventajas que brindó la Guía de Métricas a su proyecto.
 - Agradecer la disposición y el tiempo invertido para responder el cuestionario.
 - Despedida.

Anexo # 5. Encuesta de la Métrica de Idoneidad de los Roles Definidos (MRD).

Marque con una (X) la casilla que indica el rol o los roles que le han sido asignados.

Roles:		
Roles Definidos (RA)	RAC	RAI
Rol: Gestor de Riesgos		
Rol: Equipo de Gestión de Riesgos		
Rol: Comité de GR		
Si se le ha asignado alguno que no se encuentre entre los mencionados anteriormente, (marque en la casilla RAI) correspondiente.		

Tabla 27: Cuestionario de Roles

Marque con una (X) la casilla que indica las actividades y responsabilidades que le han sido asignadas.

Rol: Gestor de Riesgos		
Actividades Definidas (AD)	ADC	ADI
1. Dirigir y Guiar los Procesos de la GR.		
2. Delimitar Alcance y Dominio de la Gestión de Riesgos.		
3. Planificar Alcance y Dominio de la Gestión de Riesgos.		
4. Identificar Riesgos		
5. Planificar Reuniones de Identificación de Riesgos.		
6. Valorar Efectividad y Decidir Cambios en los Procesos.		
7. Mantener Informado al Equipo de los Resultados.		
¿Tiene otras Actividades asignadas? Si responde positivamente, marque en la casilla ADI		

Responsabilidades Definidas (RD)	RDC	RDI
1. Registro de Riesgos		
2. Repositorio		
3. LCFR		
¿Tiene otras Responsabilidades asignadas? Si responde positivamente, marque en la casilla RDI		

Tabla 28: Cuestionario sobre Actividades y Responsabilidades del Gestor de Riesgos.

Marque con una (X) la casilla que indica las actividades y responsabilidades que le han sido asignadas.

Rol: Equipo de Gestión de Riesgos		
Actividades Definidas(AD)	ADC	ADI
1. Analizar Impacto y Probabilidad de los riesgos.		
2. Priorizar los Riesgos y Seleccionar las Estrategias ante ellos.		
3. Definir las Actividades en función de las Estrategias.		
4. Cumplir tareas de la GR.		
5. Delimitar Alcance de los Riesgos.		
6. Actualizar el Registro de Riesgos.		
7. Recopilar Datos de todos los Procesos.		
¿Tiene otras Actividades asignadas? Si responde positivamente, marque en la casilla ADI		
Responsabilidades Definidas (RD)	RDC	RDI
1. Registro de Riesgos		
¿Tiene otras Responsabilidades asignadas? Si responde positivamente, marque en la casilla RDI		

Tabla 29: Cuestionario sobre Actividades y Responsabilidades del Equipo de GR.

Marque con una (X) la casilla que indica las actividades y responsabilidades que le han sido asignadas.

Rol: Comité de Seguimiento y Control.		
Actividades Definidas(AD)	ADC	ADI
1. Verificar cumplimiento de la GR.		
2. Inspeccionar el Plan de Gestión de Riesgos y su cumplimiento.		
3. Asegurar Colaboración de todos los Involucrados en la GR		
¿Tiene otras Actividades asignadas? Si responde positivamente, marque en la casilla ADI		
Responsabilidades Definidas (RD)	RDC	RDI
1. Repositorio		
¿Tiene otras Responsabilidades asignadas? Si responde positivamente, marque en la casilla RDI		

Tabla 30: Cuestionario sobre Actividades y Responsabilidades del Equipo de Seguimiento y Control.

Anexo # 6. Encuesta de la Métrica del Nivel de Conocimiento (MC).

En este caso, las preguntas pueden variar, en función de especificidades o particularidades que puedan tener el proceso, actividad o tarea propia del proyecto en el que se efectúa la Gestión.

A continuación aparece un ejemplo de posibles preguntas, divididas por Procesos:

Proceso de Planificación de la GR:

1. ¿Qué dominio(s) se estableció o establecieron para la GR?
2. ¿Qué restricciones se establecieron?
3. ¿Qué beneficios traerá la GR al proyecto?(En términos tangibles e intangibles)
4. ¿Cuáles son sus actividades dentro del proyecto? Especifique su rol
5. Menciones las métricas definidas para este proceso.

Proceso de Identificación de los riesgos:

1. ¿Qué campo contiene el Registro de Riesgos?
2. Menciones causas o fuentes más comunes de los riesgos.
3. Menciones las métricas definidas para este proceso.

Proceso de Análisis de los riesgos:

1. ¿Qué parámetros se emplean para priorizar los riesgos?
2. Mencione la clasificación de los riesgos según sus prioridades.
3. ¿Qué campo se suma al registro de Riesgos en este proceso?
4. Mencione las Métricas que se definen en este proceso.

Proceso de Planificación de Respuesta:

1. Mencione las estrategias señaladas para enfrentar los riesgos.
2. Mencione las acciones señaladas para enfrentar los riesgos.
3. ¿Qué campo se suma al registro de Riesgos en este proceso?
4. Mencione las Métricas que se definen en este proceso.

Proceso de Seguimiento y Control

1. Mencione métricas aplicadas en el proceso de seguimiento y control.

2. Mencione las actualizaciones efectuadas al registro de riesgos en función de sus campos.
3. Menciones respuestas obtenidas de la aplicación de procesos anteriores.

Posibles Respuestas:

Proceso de Planificación de la GR:

1. A consideración de los resultados del estudio sobre el posible(s) dominio(s) durante la planificación.
2. A consideración de los resultados del estudio sobre el posible(s) restricción(s) durante la planificación.
3. Los beneficios tangibles se expresan en función del resultado ofrecido por el estudio del coste-beneficio de la GR; el resultado intangible se expresa en función de los resultados ofrecidos por el informe preliminar.
4. Si es el Gestor de Riesgos deberá:
 - Dirigir y Guiar los Procesos de la GR.
 - Delimitar Alcance y Dominio de la Gestión de Riesgos.
 - Planificar Alcance y Dominio de la Gestión de Riesgos.
 - Identificar Riesgos
 - Planificar Reuniones de Identificación de Riesgos.
 - Valorar Efectividad y Decidir Cambios en los Procesos.
 - Mantener Informado al Equipo de los Resultados.

Si pertenece al Equipo de Gestión de Riesgos deberá:

- Analizar Impacto y Probabilidad de los riesgos.
- Priorizar los Riesgos y Seleccionar las Estrategias ante ellos.
- Definir las Actividades en función de las Estrategias.
- Cumplir tareas de la GR.
- Delimitar Alcance de los Riesgos.
- Actualizar el Registro de Riesgos.
- Recopilar Datos de todos los Procesos.

Si pertenece al Comité de GR deberá:

- Verificar cumplimiento de la GR.
- Inspeccionar el Plan de Gestión de Riesgos y su cumplimiento.
- Asegurar Colaboración de todos los Involucrados en la GR.

Proceso de Identificación de los riesgos:

1. Los campos que contiene el Registro de Riesgos inicialmente son:
 - Frecuencia.
 - Causas o fuentes.
 - Eventos potenciales.
 - Posibles respuestas.
2. En dependencia de los riesgos identificados.
3. Métrica de Precisión de fuentes (MPF)
Métrica de Precisión de Categorías (MPC)

Proceso de Análisis de los riesgos:

1. Los parámetros son el impacto y la probabilidad de ocurrencia.
2. Las clasificaciones son:
 - **Crítico** en el sentido de que requiere atención urgente y debe ser sometido al análisis cuantitativo.
 - **Grave** en el sentido de que requiere atención y debe ser sometido al análisis cuantitativo.
 - **Apreciable** en el sentido de que pueda ser objeto de estudio para su tratamiento.
 - **Asumible** en el sentido de que no se van a tomar acciones para impedirlo.
3. Los campos que se suman son:
 - Especificación de riesgos que requieren respuestas en corto plazo.
 - Priorización de los riesgos según su probabilidad de ocurrencia e impacto.
 - Estimación y/o cuantificación de la probabilidad rectificada.
 - Estimación y/o cuantificación del impacto rectificada.

4. Métrica de Efectividad de las Prioridades de los riesgos (MEP)

Métrica de Idoneidad de la lista top (MIL)

Métrica de la Distribución de los Riesgos por Situación (DRS)

Proceso de Planificación de Respuesta:

1. En dependencia de las decisiones tomadas por el equipo.

2. En dependencia de las decisiones tomadas por el equipo.

3. Posibles estrategias

Caracterización y recomendaciones provenientes del análisis.

Estrategia a seguir y justificación de su selección.

Respuestas planteadas para cada riesgo.

Respuestas planificadas para cada riesgo.

4. Métricas de Idoneidad de las Estrategias (MIE)

Métricas de Idoneidad del Plan de Contingencia (MPC)

Métricas de Idoneidad del Plan de Mitigación (IPM)

Proceso de Seguimiento y Control

1. Métricas de Idoneidad de las técnicas (IEE)

Métricas de Idoneidad de las herramientas (IHE)

Métricas de Idoneidad de los Resultados (MPR)

2. Campos del Registro:

- Planificación de nuevas respuestas.
- Resultados del re análisis.
- Recomendaciones para la realización a profundidad de los procesos P3 y P4.
- Plan de Gestión de Riesgos.

3. En dependencia de los resultados obtenidos durante la GR.