ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica
ISSN: 2007-5448
recibe@cucei.udg.mx
Universidad de Guadalajara
México

Montenegro, Carlos; Larco, Andrés; Fonseca C, Efraín R.
Enfoque Ágil de Armonización de Modelos para la Mejora de Procesos de TI
ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica, vol. 6, núm. 1, 2017, Mayo-Octubre, pp. 17-37
Universidad de Guadalajara
México

Recibido 2 Sep 2016
Aceptado 11 Mar 2017
ReCIBE, Año 6 No. 1, Mayo 2017

Enfoque Ágil de Armonización de Modelos para la Mejora de Procesos de TI

Agile Approach for Model Harmonization to IT Process Improvement

Carlos Montenegro[1]
carlos.montenegro@epn.edu.ec

Andrés Larco[1]
andres.larco@epn.edu.ec

Efraín R. Fonseca C.[2]
erfonseca@espe.edu.ec

[1] Escuela Politécnica Nacional Quito, Ecuador
[2] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sangolquí, Ecuador

Resumen: En este trabajo se describe un modelo que facilita la mejora de procesos de TI, mediante la armonización de modelos de referencia. La metodología usada para su desarrollo es Ciencia del Diseño (DSR), que prescribe el uso de las Fases de Diseño y Evaluación del nuevo artefacto. El resultado de la Fase de Diseño es la construcción de un modelo ágil con fases genéricas, por lo que su validez potencialmente es generalizable. En la Fase de Evaluación se usa un Caso de Estudio en el que se combinan buenas prácticas y estándares de TI, y se genera la estructura y el contenido de la documentación requerida para un proceso específico. El nuevo modelo presenta evidencias de su factibilidad operativa y técnica, con un esfuerzo de aplicación relativamente bajo; por lo tanto, puede aplicarse a procesos de mejora en organizaciones medianas y pequeñas.

Palabras Clave: Mejora de Procesos; Modelo Ágil; Modelo de Referencia; Gestión de TI; Ciencia del Diseño

Abstract: This work describes a model for IT process improvement, through reference models combination. The methodology used is Design Science Research (DSR), which prescribes the design and evaluation phases of the new artifact. The design phase develops an agile model with general phases; so, it can be generalizable. In the evaluation phase, a case study based on IT standards and best practices was used; the structure and the content of the required documentation for an IT process were defined. This study evidences the new model is operational and technically feasible and the effort expended in its application is relatively low; therefore, it could be applicable for process improvement in SME-type environments.

Keywords: Process Improvement; Agile; Reference Model; IT Management; DSR

1. Introducción

Actualmente se dispone de una amplia variedad de mejores prácticas, tales como métodos, técnicas y herramientas, que apoyan el logro de los objetivos de los proyectos y actividades empresariales de TI. No obstante, existen desafíos y limitaciones que influyen particularmente los proyectos y pueden conducir a su fracaso (ya sea por no cumplir los plazos, por no alcanzar la calidad solicitada, o porque que se cancelan). Así, por ejemplo, para Jeners *et al* (Jeners, Clarke, O'Connor, Buglione, & Lepmets, 2013) ningún enfoque de desarrollo de software único es universalmente implementado y parece probable que ningún enfoque único puede ser universalmente útil, puesto que no hay dos configuraciones de desarrollo de software idénticas.

Dado que la calidad de los procesos influye en su éxito, una razón que puede causar el fracaso de proyectos y actividades, es que los procesos aplicados no reflejan las mejores prácticas de la disciplina (Jeners & Lichter, 2013).

Los modelos de referencia para la mejora de procesos (MRMP) son colecciones de mejores prácticas basadas en la experiencia y en el conocimiento de diversas fuentes (Gerke & Tamm, 2009). La adopción de múltiples MRMP permite a las organizaciones aprovechar los efectos de sinergia y aumenta su competitividad en el mercado de TI (Oud, 2005) (Jeners & Lichter, 2013). Por un lado, las organizaciones pueden abordar de manera coordinada las diferentes áreas comunes de los MRMP; por otro lado, las debilidades de un solo MRMP pueden ser superadas por las fortalezas de otros. En cualquier caso, las empresas obtienen una ventaja de su implementación ya sea por el reconocimiento en el ámbito profesional o por determinadas posibilidades de mejora, como la de maximización del ROI (Siviy, Kirwan, Morley, & Marino, 2008).

De acuerdo con Pardo *et al* (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldassarre, 2010) los MRMP proporcionan las descripciones y/o mejores prácticas para distintos ámbitos: procesos de desarrollo de software, gestión de la calidad, seguridad de la información, gestión y gobernanza de TI y otros, o una combinación de ellos.

En el ámbito de desarrollo de software (SPI) en PYMES, Laporte & Renault (Laporte & Renault, 2008) e ISO 29110 (ISO, 2011), definen a las VSEs (Very Small Entities) como empresas, organizaciones, proyectos o departamentos con hasta 25 personas dedicadas a desarrollo de software. En el trabajo citado se presentan como evidencia los datos acerca del uso de estándares tipo ISO en PYMEs de 32 países, y se establece que tales entidades a menudo no utilizan modelos de referencia para SPI, debido a la escasez de recursos.

Según (Almomani M. , Basri, Mahamad, & Bajeh, 2014), esta escasez incluye la falta de especialistas experimentados en procesos.

A partir de la realidad descrita, en este trabajo se diseña y evalúa un modelo ágil, práctico y de fácil utilización, que permite realizar la combinación de MRMP con el uso de recursos humanos y tecnológicos mínimos, de tal manera que su aplicación sea factible en ambientes de PYMES y MYPYMES. La actividad genérica a llevarse a cabo es normalmente conocida como armonización de modelos. De acuerdo a Siviy *et al* (Siviy, Kirwan, Marino, & Morley, 2008), la armonización busca definir y configurar la estrategia más adecuada para relacionar modelos, con el fin de apoyar a los objetivos de calidad y mejorar los procesos organizacionales.

Lo que resta del artículo se estructura como sigue. En la Sección 2 se describen los trabajos relacionados con la mejora de procesos. En la Sección 3 se delinea la metodología utilizada en la investigación. A continuación, en la Sección 4, se detalla el diseño de la propuesta, seguido de su validación en la Sección 5. Finalmente, las conclusiones y trabajos futuros son indicados en la Sección 6.

2. Trabajos Relacionados

En la mejora de procesos se trata el tema de integración de modelos en forma implícita o explícita. Así, en el desarrollo de MOPROSOFT se considera la integración de CMMI, PMBOK, ISO 9000 (NYCE, 2015), entre otros. En el proyecto *Competisoft* se integran diversos procesos ágiles de desarrollo de software (Oktaba, y otros, 2007). El proyecto PrIME del SEI (SEI, 2011) describe un esquema de armonización para soportar diferentes modelos y estándares como Six Sigma, CMMI y los métodos ágiles. Ferreira *et al* (Ferreira, Machado, & Paulk, 2011) llevan a cabo el mapeo y/o comparación de algunos modelos, y describen un marco para la auditoría y la evaluación del software de entornos multimodelo.

En el trabajo de García-Mireles *et al* (García-Mireles, Moraga, García, & Piattini, 2012), se presenta el resultado del mapeo basado en la calidad de procesos y productos y se describe el método de comparación utilizando ISO/IEC 25010, CMMI-DEV e ISO/IEC 12207. Kelemen (Kelemen, 2013) propone la unificación de múltiples enfoques orientados a los procesos de calidad de software. En el trabajo de González *et al* (González-Huerta, Insfrán, & Abrahão, 2013) se presenta una aproximación multimodelo para la definición de una arquitectura de producto orientada por calidad y mejoramiento. Para ambientes especiales de protección y seguridad críticas, Larrucea *et al* (Larrucea, Santamaria, & Panaroni, 2012) proveen de un *framework* armonizado que cubre las prácticas de desarrollo de software basadas en modelos de procesos y en las características de los productos.

En un ambiente de gestión de TI, ISACA/ITG (ISACA, 2011) (ITG, 2008) presentan su modelo de uso en ambientes profesionales por más de una década, que se orienta al mapeo entre COBIT y diversos estándares: COSO, ITIL, ISO 27002, TOGAF, PMBOK, entre otros; su técnica se dirige por objetivos de control de COBIT mapeados con objetivos de control equivalentes, que se deben identificar en el estándar a mapear. Otro ejemplo es *HFramework* (Pardo, 2012a), un marco de trabajo académico formal, descrito y validado en múltiples publicaciones académicas, tales como en (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2009), (Pardo, y otros, 2011a), (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2012b), (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldasarre, 2011c), (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldassare, 2014), el mismo que es aplicable en la armonización de múltiples modelos y estándares.

La mayoría de los trabajos relacionados usan procedimientos de combinación complejos, que se ajustan al caso particular de estudio, por lo que son difícilmente generalizables. En este contexto, se distinguen *HFramework* como un modelo genérico; y, el proceso de mapeo de ISACA/ITG, como una buena práctica difundida profusamente en el ámbito profesional. Resulta ideal, por lo tanto, combinar las potencialidades de estos modelos representativos, en un nuevo modelo ágil, práctico y de fácil utilización.

2.1 El modelo de mapeo de ISACA/ITG

ISACA (ISACA, 2011) e ITG (ITG, 2008) han publicado los resultados de mapeos entre COBIT 4.1 y guías de referencia que se pueden utilizar para mejorar la definición de los objetivos de control de COBIT 4.1 y la alineación con otras buenas prácticas y estándares. Se afirma que los resultados ayudan a las organizaciones que planean aplicar normas y guías, a armonizar iniciativas y a utilizar COBIT 4.1 como marco general para la gobernanza de TI. Este alineamiento se inicia con un esquema descriptivo de cada una de las guías o normas a alinearse. El procedimiento continúa mediante tres pasos que se resumen en la Tabla I, para el caso de alineamiento de COBIT 4.1 con ITIL v3. Se obtiene un resultado desde la perspectiva de ITIL hacia COBIT (ITG, 2008).

PASO	DESCRIPCIÓN
1	Se identifica la información central de control de cada uno de los 27 procesos de ITIL v3, los cuales se mapean a uno o más objetivos de control de COBIT. Esas piezas de información se denominan «requisitos de información».
2	Los requisitos de información se asignan a los objetivos de control de COBIT de la siguiente manera: a. Se realiza un mapeo 1: 1 para los requisitos de información que se ajustan a un único objetivo de control. b. Se realiza un mapeo 1: n para requisitos de información que se ajustan a más de un objetivo de control. c. Si el requisito de información cubre un proceso COBIT completo, se asigna al proceso COBIT respectivo (Objetivo de control n.n, por ejemplo, DS5.1) d. Si a, b y c falla, entonces COBIT no cubre el requisito de esta información específica, en cuyo caso el proceso más apropiado se selecciona y se mapea el requisito de información a un objetivo de control (inexistente) 99 del proceso.
3	Los requerimientos descritos por los requisitos de información se detallan desde ITIL v3, y los resultados se clasifican según lo definido por COBIT.

Tabla 1. *Alineamiento de modelos de acuerdo a isaca. Adaptado de isaca (ISACA, 2011)*

- *El Marco de trabajo HFramework*

  Como antecedente, Pardo et al (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2012b) identifican un conjunto de definiciones acerca de los métodos y técnicas que apoyan la armonización de modelos, como se describe a continuación.

- El Análisis sintáctico (semántico/homogenización) se refiere a un conjunto de pasos y herramientas mediante las cuales se tratan uno o más modelos para convertir las estructuras de sus elementos en estructuras homogéneas. Ejemplo: la homogenización de ISO 9001 (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2009).
- La Comparación (mapeo/alineamiento), constituye una comparación de alto nivel, mediante el análisis de los elementos de los modelos involucrados (procesos, actividades, productos de trabajo, tareas y otros.). Ejemplos: la guía de ISACA acerca de mapeos de COBIT con diferentes marcos de trabajo para TI (ISACA, 2011); y, un mapeo detallado de COBIT, ITIL e ISO 27002 (ITG, 2008).

- La Integración (unificación) constituye la acción o efecto de la unión o fusión de dos o más modelos, mediante la aplicación de técnicas específicas de unión, intersección, complemento, diferencia, interpretación, decisión y otras, que se refieren a la cobertura mutua entre componentes. Ejemplo: integración de CMMI y la metodología Lean (SEI, 2011).
- En la Combinación (modelo único/modelo universal) se presenta un nuevo modelo a partir de los modelos base. Ejemplo: la combinación de CMMI y Six-Sigma (Lin, Li, & Kiang, 2009).

Estos conceptos son aplicados en el marco de trabajo *HFramework* (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldasarre, 2011c), que está conformado por 6 componentes: (i) guías para la determinación de los objetivos de armonización; (ii) proceso de armonización; (iii) ontología para soportar los proyectos de armonización de múltiples modelos; (iv) ontología para la homogeneización de Modelos de Referencia de procesos; (v) un conjunto de métodos y técnicas; (vi) una herramienta web que permite soportar la gestión, configuración y ejecución de una estrategia de armonización (Pardo, Pino, García, & Romero, 2011a).

En la estrategia de armonización generalizada, que constituye el núcleo del proceso de armonización, se utilizan los siguientes métodos:

(i) La homogeneización, que pone en armonía los modelos involucrados, visualizando la información por medio de CSPEs (*Common Structures of Process Elements*) (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2009), con elementos optativos, de acuerdo a los contenidos de los MRMP (Ver Tabla II). Los CSPEs permiten también identificar los elementos posibles a integrarse o PEBI (*Process Elements to Be Integrated*), cuya decisión depende de los modelos base. Por ejemplo, para COBIT, ISO 22301 e ISO 27001 se identifican a los procesos y actividades como los PEBIs comunes.

TEMPLATE DE CSPE (Common Structures of Process Elements)		COBIT	ISO 22301	ISO 27001	¿Posible PEBI?
Sección	Elementos				
Descripción	Categoría de Procesos	X			
	Procesos	X	X	X	X
	Actividades	X	X	X	X
	Tareas	X			
Roles y Recursos	Roles	X			
	Herramientas				
Control	Artefactos	X			
	Metas	X			
	Métricas	X			
Información adicional	Procesos relacionados	X			
	Métodos				

Tabla 2. *FORMATO DE CSPE (COMMON STRUCTURE OF PROCESS ELEMENTS). Adaptado de Pardo et al (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2009)*

(ii) Comparación, para llevar a cabo la identificación de las diferencias y similitudes cualitativas y cuantitativas entre los modelos (Pardo, y otros, 2011a);

(iii) Integración, para dar el apoyo necesario para combinar y/o unificar las mejores prácticas de varios modelos (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldasarre, 2011c). Los procedimientos de integración son recomendaciones no obligatorias.

Los detalles de los métodos usados y otros elementos del modelo se pueden consultar en la bibliografía específica: (Pardo, 2012a) (Pardo, Pino, García, & Piattini, 2012b) (Pardo, 2012a) (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldassare, 2014).

3. Metodología

DSR es un enfoque de investigación desarrollado a través de la última década (Hevner, Ram, March, & Park, 2004) (Hevner & Chatterjee, 2010) (Gregor & Hevner, 2013). Se ha utilizado en varios dominios: Sistemas de Información (Peffers, Rothenberger, & Kuechler, 2012), Procesos de negocio (Chiarini, VanderMeer, Rothenberger, Gupta, & Yoon, 2014) y Gestión de TI (Helfer & Donnellan, 2012), entre otros.

Según Hevner *et al* (Hevner & Chatterjee, 2010) DSR constituye un paradigma de investigación que promueve la creación de artefactos innovadores para resolver problemas del mundo real; por lo tanto, combina un enfoque en el

artefacto de TI, con una alta prioridad a la relevancia en el dominio de aplicación. Estas características cubren las necesidades, ya que en este trabajo se requiere definir y evaluar un artefacto tipo modelo para la integración de los dominios específicos de estructuras y contenidos de modelos de referencia; en consecuencia, el enfoque DSR se considera adecuado.

DSR se centra en el diseño y la evaluación de los artefactos tecnológicos (en forma de constructos, modelos, métodos y ejemplificaciones), mediante la aplicación de dos fases: Diseño, Evaluación; además, proporciona un conjunto de directrices, que contribuyen a su correcta aplicación (Hevner, Ram, March, & Park, 2004). Según DSR, la fase de evaluación puede realizarse utilizando diversas técnicas; aquí se usa el método observacional de Caso de Estudio; para la recolección de datos se utiliza el método cualitativo de la observación participante, a través del rol participante-como-observador, donde los datos se registran en forma de notas de campo e implica un compromiso que permite la recopilación de información más detallada y precisa (Mason, 2002) (SAGE, 2008).

Adicionalmente a las Fases, DSR establece una actividad de Retroalimentación (Hevner, Ram, March, & Park, Design Science in Information Systems Research, 2004) (Peffers, Rothenberger, & Kuechler, 2012) que aquí se ejecuta a través del refinamiento: el modelo inicial constituido mediante el reuso de componentes de *HFramework* se refinó, manteniendo las fases genéricas que promueven la generalización de la validez del diseño, simplificadas con el criterio de un enfoque ágil. Se documenta el diseño del modelo refinado.

Por otro lado, el concepto ágil se origina en la década de los años ochenta alrededor de las actividades de manufactura y se ha diversificado en temas variados, incluyendo a TI, sobre la base de un conjunto de principios y prácticas relacionadas con el desarrollo de software (Moran, 2015). Aquí se utilizan los siguientes conceptos, extraídos del Manifiesto Ágil (agilemanifesto.org, s.f), adaptándolos como principios útiles en el diseño del nuevo modelo*:* “i) La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial: ii) La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad; iii) La mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor”. El primero lleva a la simplificación de los procedimientos; el segundo se cumple mediante el uso de DSR como metodología de trabajo; y, el tercero, se logra mediante la generación de subproductos del modelo, que sean usables.

4. Diseño del nuevo Modelo

Tomando en cuenta la descripción de *HFramework*, es posible agilizar algunos de sus procedimientos, bajo la condición que se conserve la secuencia causa-efecto, de tal manera que las nuevas relaciones sean aplicables y consigan el resultado esperado. Los elementos de *HFramework* que son posibles de agilizar son los siguientes: Guías de Soporte, Ontologías, Roles, Productos de trabajo y la Herramienta tecnológica de apoyo para la gestión del proyecto.

Para lograr lo expuesto, se realizan las consideraciones que se resumen a continuación:

(i) No se toman en cuenta en las Guías de Soporte (Pardo, 2012a), puesto que constituyen un conjunto de recomendaciones;

(ii) Mediante el uso de los conceptos de armonización, homogenización, comparación, integración y el uso de la estructura común de entidades de procesos (CSPE), pueden obviarse los detalles de las ontologías del modelo original (Pardo, Pino, García, Piattini, & Baldassare, 2014).

(iii) El proceso de armonización se simplifica mediante la Estrategia de Armonización generalizada, que utiliza CSPEs, y de estos los que son más promisorios para la integración, denominados como PEBI (*Process Elements to Be Integrated*); y, los criterios de integración. Las salidas constituyen los modelos armonizados;

(iv) Se reducen a tres Roles en la ejecución de la estrategia de armonización: Ingeniero de Procesos, Ejecutor y Supervisor. En casos de menor complejidad es posible obviar el rol de procesos, con la condición de que el rol de Ejecutor lo realice un profesional de TI;

(v) Se elimina el uso de la herramienta tecnológica de apoyo a la gestión del proyecto de armonización.

Los detalles del modelo se miran en la Tabla III. En la primera fase se definen las necesidades, objetivos y estrategias de armonización; se conforma el grupo de trabajo y se asignan los Roles de Supervisor y Ejecutor que actúan en el transcurso de las Fases. En la fase de ejecución se realizan las actividades sustantivas para la armonización: homogenización, comparación e integración.

Nuevo Modelo		
Análisis Rápido	Entradas	Decisión de inicio del proceso
	Salidas	Documento de Análisis
	Actividades	a) Identificación de las necesidades de la organización y los modelos a armonizar b) Definición de los objetivos de armonización c) Definición de la estrategia general de armonización de los modelos d) Conformación del grupo de trabajo y asignación de Roles
Ejecución	Entradas	Salidas de la Fase de Análisis rápido
	Salidas	a) Homogenización a.1 Descripción de los modelos a.2 CSPEs b) Comparación de CSPEs.y PEBIs preliminares c) Integración c.1 PEBIs definitivos c.2 Integración de PEBIs
	Actividades	a) Homogenización: descripción estándar de los modelos, mediante el uso de dos técnicas: a.1 Descripción general. a.2 Descripción específica: Usando la estructura CSPE (Tabla III), si se considera necesario. b) Comparación de CSPE. Aquí, se delinean las oportunidades de integración y se identifican en forma preliminar los PEBI. Si se debe integrar más de dos modelos, por facilidad es recomendable considerar un orden de integración partiendo del modelo general hacia los particulares c) Integración c.1 Definición de PEBIs a integrar c.2 Integración de PEBIs, usando el proceso de mapeo adjunto
Combinación	Entradas	Salidas de la Fase de Ejecución
	Salidas	Modelo integrado
	Actividades	Combinación: Generar el Modelo resultado de la integración de dos o más modelos base. El nivel de detalle depende del caso particular

Tabla 3. *FASES Y PROCEDIMIENTOS DEL MODELO*

Para la Actividad de Integración, en la Tabla IV se detalla el procedimiento diseñado sobre la base de aquel usado por ISACA (ITG, 2008).

PASO	DESCRIPCIÓN
1	Los PEBIs del Modelo_2 se asignan a los componentes CSPE del Modelo_1, como sigue: a. Mapeo 1: 1, para los PEBIs que se ajustan a un solo componente. b. Mapeo 1: N, para los PEBIs que se ajustan a más de un componente. c. Si el PEBI abarca un proceso completo del Modelo_1, se asigna el proceso del Modelo_2 respectivo d. Si a, b y c no se cumplen, entonces el Modelo_1 no cubre el PEBI, en cuyo caso se asigna al proceso más cercano o se crea un nuevo proceso. El PEBI se etiqueta como complemento
2	Se detallan los PEBIs del Modelo_2, y se presentan los resultados ordenados según la definición del Modelo_1.

Tabla 4. *PROCEDIMIENTO DE MAPEO E INTEGRACIÓN DEL MODELO*

El modelo integrado resultante es usable, puesto que está constituido por mapeos entre MRMP, que permiten la complementariedad y/o el reforzamiento de los detalles. La tercera fase es optativa; aquí se combinan los modelos, si es el caso, y también se genera un producto usable completo.

5. Evaluación del nuevo Modelo

A continuación se presenta una relación de la aplicación del nuevo modelo en un Caso de Estudio, de acuerdo con sus Fases de Análisis Rápido, Ejecución y Combinación, para el caso de la integración del marco COBIT 5 y los estándares ISO 22301 e ISO 27001.

5.1 Análisis Rápido

a) En la Agencia de Acreditación de la Educación Superior del Ecuador, una institución pública del Estado central ecuatoriano, las TICs constituyen un proceso de apoyo, soprtado por 20 personas al momento del estudio, por lo que se puede considerar una VSE. En tal contexto, por exigencias reglamentarias del Gobierno Central del país (SNAP. Ecuador, 2013), se requiere un modelo de gestión del proceso de Continuidad del Negocio con referencia a los estándares ISO 27001 (ISO, 2013b) e ISO 22301 (ISO, 2013a). Adicionalmente, existe una directiva para la formalización de un modelo integrado de gestión y gobierno de TI, con la utilización de COBIT 5 (ISACA, 2012a)
   De acuerdo con los resultados presentados por ISACA (ISACA, 2013) y para la aplicación del modelo, se decide tomar en cuenta el proceso DSS04, cuyo detalle se puede encontrar en (ISACA, 2012b). Para la corrida del modelo se conforma el grupo de trabajo con tres personas y se asignan los roles siguientes: un Supervisor-Investigador y dos Ejecutores del staff de la Agencia de Acreditación.
   Adicionalmente, se decide usar el método cualitativo de Observación Participante. El Supervisor-Investigador actúa como participante en la generación y explicación del modelo, en la planificación de actividades, en las decisiones de implementación y las actividades operativas; y, los otros dos investigadores actúan como participantes en la generación del modelo y como observadores en las actividades de implementación.
b) De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la mejora de procesos de TI, es el de combinar ISO 22301, ISO 27001 y el proceso DSS04 de COBIT 5 para Continuidad del Negocio.

c) El orden de integración de los modelos será de acuerdo con la generalidad del contenido y del nivel de detalle presentes en los modelos, con relación a continuidad del negocio: COBIT 5 → ISO 22301 → ISO 27001.

5.2 Ejecución

a) Homogenización: a.1) La descripción general de los modelos, que no se muestra por razones de espacio; a.2) Descripción específica usando CSPEs. Se presenta, como ejemplo, un CSPE de ISO 22301 referente a la Cláusula 7 (Tabla V); aquí, las subcláusulas 7.x constituyen las Actividades del CSPE.
b) Comparación. Se identifican los elementos con posibilidades de integración, que pasan a constituir los PEBIs preliminares. El orden de integración a usar es el siguiente: los PEBIs candidatos a integrarse deberán identificarse en ISO 22301 (Modelo_2) e integrarse con los PEBIs del proceso COBIT 5 (Modelo_1). En la integración de ISO 22301 e ISO 27001, el Modelo_1 es ISO 22301 y el Modelo_2 es ISO 27001. Para este caso, se requiere la comparación de COBIT e ISO 27001, por lo que los PEBIs candidatos deberán identificarse en ISO 27001 (Modelo_2) e integrarse a los PEBIs del proceso COBIT 5 (Modelo_1).

DOMINIO	CONTROLES	
Proceso	ID:	Soporte
	Nombre	Formación en el Plan de Continuidad del Negocio
	Objetivos	Proporcionar a todas las partes implicadas, internas y externas, de sesiones formativas regulares que contemplen los procedimientos y sus roles y responsabilidades en caso de disrupción.
ACTIVIDADES		
7.1 Recursos		
7.2 Competencias		
7.3 Concienciación		
7.4 Comunicación		
7.5 Información documentada		

Tabla 5. *CSPE PARA LA CLAUSULA 7 DE ISO 22301*

c) Integración: c.1) Definición de PEBIs, a partir del esquema de CSPEs. Una vez que se homogenizaron los contenidos de los MRMP, aquellos contenidos adecuados para la integración son las Actividades de cada uno de los procesos de COBIT 5, ISO 22301 e ISO 27001; c.2) Integración de PEBIs, usando el procedimiento de la Tabla IV. Aquí, desde la perspectiva de ISO 22301 e ISO 27001, el proceso se ejecutó con mapeos 1:1 y 1:N.

Estos resultados corroboran la adecuación del orden de inclusión de los modelos en la estrategia de integración, puesto que se facilitó el trabajo de mapeo; así, existe una sola relación directa COBIT 5 →ISO 27001. En la Tabla VI se presenta un resumen de los resultados de integración; estos muestran los criterios de homogenización entre los modelos involucrados, a un nivel de procesos, cláusulas, subcláusulas, objetivos de control y tipos de control.

RESULTADOS DE LA INTEGRACIÓN			
MODELO ORIGINAL	**ÍTEMS CONSIDERADOS**	**CRITERIOS DE HOMOGENIZACIÓN <ítem original> ==> <ítem integrado>**	**MODELO INTEGRADO**
COBIT 5	1 proceso, 8 prácticas de gobierno	proceso --> proceso practica de gobierno --> actividad	1 proceso, 8 actividades
ISO 22301	10 cláusulas, 25 subcláusulas	cláusula --> proceso subcláusula --> actividad	10 procesos, 25 actividades
ISO 27001	10 cláusulas, 22 subcláusulas, 18 objetivos de control ISO 27001, 34 tipos de control, 114 controles	cláusula --> proceso objetivo de control --> proceso subcláusula --> actividad tipo de control --> actividad Los controles se integran en los tipos de control	2 procesos (1 cláusula, 1 objetivo de control), 4 actividades (2 sub-cláusulas, 2 tipos de control)
			25 relaciones COBIT-ISO 22301 5 Relaciones ISO 22301 - ISO 27001 1 relación COBIT – ISO 27001

Tabla 6. *RESULTADOS GENERALES DE LA INTEGRACIÓN EN EL CASO DE ESTUDIO*

La homogenización puede presentar potenciales dificultades cuando el modelo a integrar no está conformado mediante una estructura de procesos. Esto sucedió con las cláusulas de ISO 22301 e ISO 27001. En este caso, se requiere considerar a detalle los contenidos de las cláusulas e identificar las actividades y las tareas, así como a la cláusula (o a los objetivos de control del Anexo de ISO 27001), como un proceso abstracto; y, a las sub-cláusulas o a los tipos de controles, como Actividades del CSPE. Eventualmente, si se requiere mayor detalle, es posible desarrollar las CSPE al siguiente nivel. Así, en el caso de estudio es posible tomar en cuenta las actividades de las prácticas de gobierno de COBIT 5 y compararlas con las sub-cláusulas de ISO 22301 e ISO 27001.

Adicionalmente, de la Tabla VI se derivan resultados parciales usables: la complementariedad, como en relaciones directas COBT – ISO 22301 y COBIT – ISO 27001; y, de reforzamiento en las 5 restantes, puesto que ISO 27001 mejora los detalles de una relación COBIT – ISO 22301 ya existente.

5.3 Combinación

Aquí se expresa la combinación de los modelos, mediante la definición de la documentación requerida para el modelo de Continuidad del Negocio del caso de estudio, que se deriva a partir de los resultados de la integración. Naturalmente, cada documento tiene un detalle que integra el contenido genérico de COBIT 5 y los específicos de ISO 22301 e ISO 27001, según sea el caso. Como evidencia, en la Tabla VII se muestra la estructura del documento de Capacitación para Continuidad del Negocio, que se deriva de la integración de DSS4.06 de COBIT y las Actividades (subcláusulas) 7.1, 7.2 y 7.3 de ISO 22301. El contenido final corresponde a la redacción detallada, que sin mayor inconveniente aprobaría el proceso de chequeo documental de una auditoria de cumplimiento de ISO 22301.

PROCESO	ACTIVIDADES	CONTENIDO DEL DOCUMENTO
Plan de Capacitación para Continuidad del Negocio (De DSS04.06)	• Recursos • Competencias • Concienciación (De ISO 22301 7.1, 7.2, 7.3)	Recursos necesarios para el establecimiento, implementación y mejora continua del Sistema de Gestión de Continuidad del Negocio
		Competencias • Competencias necesarias • Aseguramiento acerca de la educación, entrenamiento y experiencia del personal • Acciones para conseguir las competencia
		Proceso de concienciación de • Política de continuidad del negocio • Efectividad • Beneficios • Implicaciones de la no conformidad • Roles personales en los incidentes disruptivos

TABLA 7. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO DE CAPACITACION DE CONTINUIDAD DEL NEGOCIO

El tiempo total de trabajo en la generación del modelo combinado fue de aproximadamente 60 horas-hombre. Se partió de un conocimiento básico de los participantes respecto a los contenidos de los modelos a combinar. Para cerrar el ciclo de la mejora continua, además se implementó el modelo combinado, el mismo que produjo cambios institucionales a nivel operacional.

6. Conclusiones y Trabajo Futuro

En la definición del nuevo modelo se simplifican las consideraciones teóricas y se esquematizan los procedimientos, como lo recomienda el enfoque ágil. La simplificación de los contenidos académicos de HFramework y su posterior combinación con las prácticas profesionales de ISACA/ITG, permitieron que con el nuevo modelo sea posible generar subproductos usables de sus fases de integración y combinación, cumpliendo el principio ágil de entregas tempranas y continuas.

La aplicabilidad del nuevo modelo se demostró en el caso de estudio, donde se evidencia la factibilidad de la armonización de MRMP para la Gestión de TI en una PYME-VSE, útil tanto como un requisito para arrancar un proceso de mejora continua, como en una auditoria de cumplimiento para una certificación profesional.

Por otro lado, en el trabajo se ilustra el uso exitoso de DSR como paradigma investigativo que, además de dirigir el trabajo con sus Fases, y evidenciar que el nuevo modelo es operativa y técnicamente factible, permitió asegurar la calidad técnica del diseño ágil y abrir espacios de debate acerca de los procesos inductivos para generalizar los resultados, lográndose la construcción de un modelo ágil con fases genéricas, independientes de los MRMP a considerar en su aplicación. La inclusión del método cualitativo de Observación Participante contribuyó con este propósito, mediante un mayor involucramiento de los investigadores.

El trabajo futuro a partir del actual, se encuentra en dos ámbitos: los métodos e instanciaciones. En el primer ámbito es posible definir los detalles de las Actividades del modelo mediante métodos formales; en el segundo, se puede evaluar formalmente el nivel de generalización del modelo, mediante la ejecución controlada de casos específicos, fundamentalmente en PYMES, donde el modelo puede responder en forma adecuada por constituir ambientes de recursos escasos y personal de relativa baja especialización. El concepto Ágil brinda otro ámbito, mediante la exploración de las posibilidades de implementación de principios adicionales en el modelo.

Referencias:

agilemanifesto.org. (s.f). Manifesto for Agile Software Development. Recuperado el 2015, de http://www.agilemanifesto.org/

Almomani, M., Basri, S., Mahamad, S., & Bajeh, A. (2014). Software Process Improvement Initiatives in Small and Medium Firms: A Systematic Review . Advanced Computer Science Applications and Technologies (ACSAT), (págs. 162-167).

Chiarini, M., VanderMeer, D., Rothenberger, M., Gupta, A., & Yoon, V. (2014). Advancing the Impact of Design Science: Moving from Theory to Practice. DESRIST 2014 . Miami: Springer.

Ferreira, A., Machado, R., & Paulk, M. (2011). Supporting Audits and Assessments in Multi-model Environments Product-focused Software Process Improvement. (págs. 73-87). Berlin: Springer.

García-Mireles, G., Moraga, M., García, F., & Piattini, M. (2012). Towards the Harmonization of Process and Product Oriented Software Quality Approaches. EuroSPI 2012, CCIS 301, (págs. 133-144).

Gerke, K., & Tamm, G. (2009). Continuous Quality Improvement of IT Processes based on Reference Models and Process Mining. Americas Conference on Information Systems, (págs. 1-8).

González-Huerta, J., Insfrán, E., & Abrahão, S. (2013). Defining and Validating a Multimodel Approach for Product Architecture Derivation and Improvement. MODELS 2013 (págs. 388-404). Berlin: Springer-Verlag.

Gregor, S., & Hevner, A. (2013). POSITIONING AND PRESENTING DESIGN SCIENCE RESEARCH FOR MAXIMUM IMPACT. MIS Quarterly, 337-355.

Helfer, M., & Donnellan, B. (2012). Practical aspects of Design Science. European Design Science Symposium,EDSS2011. (M. Helfer, & B. Donnellan, Edits.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). Design Research in Information Systems. New York: Springer Publishing.

Hevner, A., Ram, S., March, S., & Park, J. (2004). Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly, 28(1), 75-105.

ISACA. (2011). Overview of International IT Guidance (3rd ed.). Rolling Meadows, USA.

ISACA. (2012a). COBIT 5: Un Marco de Negocio para el Gobierno y la Gestión de las TI de la Empresa. Rolling Meadows.

ISACA. (2012b). COBIT 5. Procesos catalizadores. Rolling Meadows.

ISACA. (2013). RBI Guidelines Mapping With COBIT 5. . Rolling Meadows.

ISO. (2011). ISO/IEC 29110:2011. Software engineering -- Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs).

ISO. (2013a). ISO 22301. Societal security - Business continuity management systems - Requirements.

ISO. (2013b). ISO/IEC 27001, Information technology — Security techniques — Information security management systems.

ITG. (2008). COBIT Mapping: Mapping of ITIL v3. with COBIT 4.1. Rolling Meadows, USA.

Jeners, S., & Lichter, H. (2013). Smart Integration of Process Improvement Reference Models Based on an Automated Comparison Approach. 20th European Conference, EuroSPI 2013 , (págs. 143-154). Dundalk, Ireland.

Jeners, S., Clarke, P., O'Connor, R., Buglione, L., & Lepmets, M. (2013). Harmonizing Software Development Processes with Software Development Settings – A Systematic Approach. 20th European Conference, EuroSPI 2013, (págs. 167-178). Dundalk, Ireland.

Kelemen, Z. (2013). Process Based Unification for multi-model Software Process Improvement. Budapest (Hungary): Ritter nyomda.

Laporte, C., & Renault, A. A. (2008). The Application of International Software Engineering Standards in Very Small Enterprises. En H. Oktaba, & M. Piattini, Software process improvement for small and medium enterprises : techniques and case studies (págs. 42-70). Hershey PA: Information Science Reference .

Larrucea, X., Santamaria, I., & Panaroni, P. (2012). A Harmonized Multimodel Framework for Safety Environments. EuroSPI 2012 (págs. 121–132). Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Lin, L., Li, T., & Kiang, J. (2009). A continual improvement framework with integration of CMMI and six-sigma model for auto industry. Quality and Reliability Engineering International, 25(5), 551-569.

Mason, J. (2002). Qualitative Researching. London: SAGE Publications.

Moran, A. (2015). Managing Agile. Zurich: Springer.

NYCE. (Julio de 2015). NYCE: Normalización y Certificacion Electrónica S.C. Obtenido de www.moprosoft.com.mx

Oktaba, H., García, F., Piatinni, M., Ruiz, F., Pino, F., & Alquicira, C. (October de 2007). Software Process Improvement: The Competisoft Project. Computer IEEE, 21-28.

Oud, E. (2005). The Value to IT of Using International Standards. Information Systems Control Journal, 3.

Pardo, C. (2012a). A Framework to Support the Harmonization between Multiple Models and Standards. Ciudad Real (España): Universidad de Castilla - La Mancha.

Pardo, C., Pino, F., García, F., & Piattini, M. (2009). HOMOGENIZATION OF MODELS TO SUPPORT MULTI-MODEL PROCESSES IN IMPROVEMENT ENVIRONMENTS. ICSOFT 2009 - 4th International Conference on Software and Data Technologies, (págs. 151-156).

Pardo, C., Pino, F., García, F., & Piattini, M. (2012b). IDENTIFYING METHODS AND TECHNIQUES FOR THE HARMONIZATION OF MULTIPLE PROCESS REFERENCE MODELS. Dyna, (págs. 85-93). Medellin.

Pardo, C., Pino, F., García, F., & Romero, F. (2011a). HProcessTOOL: A Support Tool in the Harmonization. Computational Science and Its Applications - ICCSA 2011 (págs. 370-382). Santander: Springer.

Pardo, C., Pino, F., García, F., Piattini, M., & Baldasarre, M. (2011c). Supporting the Combination and Integration of Multiple Standards and Models. IEEE.

Pardo, C., Pino, F., García, F., Piattini, M., & Baldassare, M. (2014). A reference ontology for harmonizing process reference. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia, 29-42.

Pardo, C., Pino, F., García, F., Piattini, M., & Baldassarre, T. (2010). Trends in Harmonization of Multiple Reference Models. Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering (págs. 61-73). Athens: Springer.

Pardo, C., Pino, F., García, F., Piattini, M., Baldassarre, T., & Lemus, S. (2011a). Homogenization, Comparison and Integration: A Harmonizing Strategy for the Unification of Multi-models in the Banking Sector. PROFES 2011 (págs. 59-72). Springer.

Peffers, K., Rothenberger, M., & Kuechler, B. (2012). Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice. 7th International Conference, DESRIST 2012. (K. Peffers, M. Rothenberger, & B. Kuechler, Edits.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

SAGE. (2008). The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods. Given, L. (Editor). Los Angeles: SAGE Publications.

SEI. (2011). The PrIME Project. Recuperado el 2015, de www.sei.cmu.edu/process/research/prime-details.cfm

Siviy, J., Kirwan, P., Marino, L., & Morley, J. (2008). The Value of Harmonization Multiple Improvement Technologies: A Process Improvement Professional's View. SEI, Carniege Mellon.

Siviy, J., Kirwan, P., Morley, J., & Marino, L. (2008). Maximizing your Process Improvement ROI through Harmonization. SEI. Carnegie Mellon University.

SNAP. Ecuador. (2013). Compulsory Usage of the Ecuadorean Technical Norms NTE INEN ISO/IEC 27000 for Information Security Management. Quito.

Notas biográficas:

Carlos Montenegro is a MSc. in Informatics and Computer Sciences. Currently he is Professor of the Faculty Systems Engineering of Escuela Politécnica Nacional (EPN)-Ecuador, and ICT Consultant. Previously, he has been Dean of the Faculty and CEO of the Department of Informatics and Computer Sciences (DICC). He has been also an Expert Witness in various national security incidents. His academic interest areas are ICT Management, Data Mining and Artificial Intelligence.

Efraín R. Fonseca C. received the Ph.D. degree in 2014. He has ten years of IT industry experience as consultant. He is full Professor at Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE of Ecuador. Among his research interests are research process in empirical software engineering, research methods in empirical software engineering, object-oriented analysis, design and ontological representations in software engineering and information security.

Andrés Larco is a doctoral student in Computer Science at the University of Alicante - Spain. Master in ICT Management. He is Professor of the Faculty of Systems Engineering of the Escuela Politécnica Nacional (EPN) -Ecuador. He has 12 years of experience in support and maintenance of computer equipment, implementation of virtual classrooms, implementation of virtual campus, implementation of ICT management models, development of software systems using agile methodologies, and software quality evaluation.