

Modelo de proceso como guía para la etapa de elicitación de requisitos, implementado en software libre

Hugo Enrique Martínez Cortés*

Resumen

El propósito de la Ingeniería de Requisitos (IR) es obtener, analizar, especificar, verificar y gestionar los requisitos de un proyecto de desarrollo de software, para que éste sea exitoso. La primera etapa de la IR es la elicitación, esta etapa tiene como objetivo principal determinar la lista de deseos y necesidades de los stakeholders (fuentes de los requisitos). El producto resultante permitirá definir los requisitos del producto software que se pretende construir, tomando en cuenta que éstos deben ser completos, correctos, consistentes, no ambiguos, verificables, trazables, viables, relevantes y modificables. Para realizar la elicitación, es importante determinar en primer término quiénes serán los stakeholders, y a continuación las técnicas que serán utilizadas para elicitar sus deseos y necesidades. En este trabajo se construye un modelo de proceso para guiar a los analistas o ingenieros de requisitos, en la ejecución de las actividades de la etapa de elicitación, como parte del desarrollo de un proyecto software categorizado como pequeño. Este modelo cubre las principales actividades del proceso de elicitación: identificación de las fuentes de los requisitos, elección y aplicación de técnicas de elicitación, así como la integración de la lista de deseos y necesidades. Con el propósito de representar, controlar y analizar las actividades de la etapa de elicitación, se utiliza el software libre Activiti, que constituye un conjunto de herramientas para la gestión de procesos de negocios (BPMS, por sus siglas en inglés). El modelo de proceso para la elicitación, se crea en Activiti, utilizando una notación estándar para el modelado de procesos de negocio, denominada BPMN en su versión 2.0, promulgada por la Object Management Group (OMG). A continuación, el modelo de proceso especificado en esta notación, se ejecuta en el motor de Activiti, en donde se realizan las tareas de seguimiento y análisis de las actividades que integran el modelo.

1. Elicitación de requisitos

En la actualidad el software juega un papel muy importante para apoyar diversas actividades cotidianas, por lo que la sociedad se vuelve cada vez más dependiente del software. Sin embargo el riesgo de fracaso en los proyectos software también aumenta. Un proyecto fracasado es aquel que

* hugoe@mixteco.utm.mx. Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Colaboración de: Reyes Sánchez Myriam Karenina, karenina@mixteco.utm.mx. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Cervantes Martínez Julio Cesar, ododefisher@gmail.com. Universidad Tecnológica de la Mixteca.

es cancelado o no es utilizado, y uno cuestionable no cumple algunas de las 3 constantes: el plazo de tiempo, el presupuesto y el resultado satisfactorio del proyecto [1]. De acuerdo con el Standish Group^{**}, en el 2015 el porcentaje de proyectos fracasados es de 19% y de proyectos cuestionables de un 52% (Véase Cuadro 1).

Anteriormente el éxito de un proyecto se determinaba por el cumplimiento del alcance, pero en el Chaos Report 2015 la definición de un proyecto exitoso ya no considera de forma estricta el logro del alcance sino el cumplimiento de las expectativas de los stakeholders^{***}, es decir, que se obtenga un resultado satisfactorio [1]. Tomando en cuenta este último aspecto, se puede apreciar la importancia del proceso de Ingeniería de Requisitos (IR), ya que es dónde se definen las funcionalidades y limitaciones del software a desarrollar y además se gestionan estas expectativas a lo largo del proyecto.

Cuadro 1. Evaluación de los proyectos del 2011 al 2015 [1]

Año	2011	2012	2013	2014	2015
Exitosos	29%	27%	31%	28%	29%
Cuestionables	49%	56%	50%	55%	52%
Fallidos	22%	17%	19%	17%	19%

De acuerdo con Davis et al. [2]: “La incapacidad para producir requisitos completos, correctos y no ambiguos se sigue considerando la causa principal de la falla del software”. Por todo lo anterior, la etapa de requisitos es la parte más difícil del proceso software ya que es aquí donde debe decidirse y definir lo que se va a desarrollar [4,5]. La IR está formada por las siguientes etapas [6,7,8]: elicitación, análisis, especificación, validación, verificación y gestión. En la etapa de elicitación se descubren y obtienen los deseos y las necesidades de los stakeholders [6]. En esta etapa el Ingeniero de Requisitos identifica y colabora con los stakeholders para determinar y entender el problema a resolver, el dominio de aplicación, los objetivos de negocio, los servicios y restricciones que el software debe proporcionar [7].

El proceso de elicitación de requisitos implica tres actividades secuenciales [6,7,9]:

- Identificación de los stakeholders, quiénes proporcionan la información necesaria para conocer cuál es el problema a resolver, así como sus necesidades y restricciones.
- Obtención de la lista de deseos de cada stakeholder, a través de la aplicación de las técnicas de elicitación que permitan la extracción de dicha información o conocimiento para su análisis posterior.
- Integración, refinamiento y organización de la información obtenida, para poder determinar cuáles son las funcionalidades y limitaciones del software a desarrollar.

^{**} El Standish Group es una empresa consultora que elabora el Chaos Report, este estudio tiene como objetivo documentar y examinar los éxitos y fracasos en el desarrollo y gestión de proyectos de Tecnologías de Información principalmente en Europa y Norteamérica

^{***} Los stakeholders son las personas que se verán afectadas por el software y quienes tienen una influencia directa o indirecta en los requisitos del mismo [3].

Cada una de estas actividades, y las tareas que forman parte del proceso de elicitación para pequeños proyectos son descritas en [10] y se tomaron como referencia para la implementación del modelo en este trabajo.

Como se ha descrito, la elicitación es la primera actividad del proceso software y por lo tanto causa de muchos problemas posteriores. Kaur y Sengupta [11] analizaron las fallas del software con el propósito de identificar los factores más importantes que las originan, determinando como factor principal: la elicitación de requisitos. De la misma forma, el Chaos Report demuestra con los datos de sus estudios que se siguen construyendo productos que no cumplen con las expectativas de los stakeholders. Un buen proceso de elicitación puede ayudar a diferenciar qué es lo que los stakeholders quieren (deseos), y qué es lo que realmente necesitan (necesidades) [12]. Esta tarea puede parecer trivial por lo que no se le da la importancia que ésta amerita, sin embargo se pueden originar numerosos problemas en el desarrollo del software [9,13]. La elicitación de requisitos es catalogada como una actividad difícil de llevar a cabo ya que se pueden presentar los siguientes problemas:

- Identificación incorrecta e incompleta de los stakeholders.
- Mala comunicación y relación entre los stakeholders.
- Los stakeholders tienen dificultades para describir sus tareas.
- Los stakeholders proporcionan información inestable, inconsistente o ambigua.
- Los stakeholders no quieren cooperar voluntariamente.
- Los analistas no eligen las técnicas de elicitación adecuadas para extraer correctamente los requisitos.
- Los analistas no extraen la información correcta.
- Los analistas no llevan un adecuado registro de los deseos y necesidades u otra información relevante del proceso de elicitación.

Algunos de estos problemas surgen además porque el analista no tiene bien definidas las actividades que llevarán a cabo durante el proceso de elicitación (quizá por su falta de experiencia o por el nivel de madurez de sus procesos), por lo tanto pueden realizarla de forma incorrecta y así acarrear problemas en las siguientes etapas del proceso de IR y a su vez al del proceso software. Por tal motivo en este estudio se propone la definición de un modelo de procesos para la etapa de elicitación implementado en Activiti que guíe a un analista o ingeniero de requisitos a ejecutar el proceso.

Este trabajo está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se describirá la gestión de procesos de negocios y las razones de la utilización del modelado de procesos de negocio. En la sección 3 se muestra el trabajo realizado aplicando la gestión de procesos de negocio al proceso de elicitación. Por último en la sección 4 se presentan las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del presente trabajo y se menciona también el trabajo a futuro.

2. Gestión de Procesos de Negocio

En la actualidad las organizaciones operan en un entorno volátil e inestable, en el cual deben subsistir por medio de su adecuada adaptación a las nuevas circunstancias que se presentan en

su ámbito, ante este desafío y para lograr el éxito planeado, las organizaciones aplican diferentes iniciativas de gestión con un enfoque de mejora continua, una de estas iniciativas es conocida con el nombre de Gestión de Procesos de Negocio (BPM, por sus siglas en inglés).

La gestión de procesos de negocio proporciona la agilidad necesaria para que las organizaciones tengan un control más directo de sus procesos. De esta forma, puede lograr un mejor uso de la tecnología y toda la organización es más responsiva, permitiéndole alcanzar sus metas. BPM permite crear valor para la organización a través de su crecimiento, mejora del desempeño, mejora de la productividad, mayor efectividad de los integrantes y un mejor servicio al cliente. Todas estas mejoras son el resultado directo de la mejora de los procesos [14]. En [15] Van der Aalst, Ter Hofstede y Weske, definen BPM como “soporte de procesos de negocio utilizando métodos, técnicas y software para diseñar, representar, controlar y analizar procesos operacionales involucrando humanos, organizaciones, aplicaciones, documentos y otras fuentes de información”. White y Miers [16] mencionan que BPM constituye una manera de pensar, una filosofía de gestión centrada en mejorar los procesos operacionales de la organización. Cuanto más tiempo una organización haya estado recorriendo este camino, más maduros son sus procesos, más repetibles y escalables son sus operaciones y es mejor su desempeño en general.

2.1 Modelado de Procesos de Negocio

La gestión de procesos de negocio, describe como buena práctica la construcción de modelos de procesos. Estos modelos representan la estructura y comportamiento del proceso (tareas), así como los roles o actores involucrados en la realización del proceso, y los documentos o fuentes de información. Estos modelos permiten establecer un mecanismo de comunicación entre todos los involucrados (clientes, proveedores, socios e integrantes de la organización), mejora la comprensión del proceso, permite un mejor análisis, y establece la base para realizar acciones de diseño o rediseño, así como actividades de evaluación y seguimiento. El modelo de un proceso de negocio, describe las actividades clave de la organización y cómo se relacionan e interactúan con los recursos del negocio para lograr la meta establecida para el proceso [17].

A continuación se describen algunos de los beneficios que producen los modelos de negocio para una organización [18]:

- Permiten comprender mejor los mecanismos clave de un negocio existente.
- Actúan como base para crear sistemas de información.
- Facilitan la identificación de ideas para mejorar la estructura actual del negocio y su operación. Para experimentar con un nuevo concepto de negocio.
- Para identificar oportunidades de Outsourcing.
- Para mostrar la estructura de un negocio innovado.

2.2 Notación para el Modelado de Procesos de Negocio

Con el propósito de construir los modelos de procesos, se han propuesto diferentes estándares, como son estándares de ejecución (BPEL, BPML), estándares de intercambio (XPLD, BPD), estándares de diagnóstico (BPRI, BPQL) y estándares gráficos (BPMN, UML AD). Entre las

cuatro categorías de estándares mencionados anteriormente, los gráficos son los más fáciles de comprender para personas sin un entrenamiento técnico. Los estándares gráficos permiten a los usuarios expresar el flujo de información, los puntos de decisión y los roles de los procesos de negocios, en forma de diagrama. [19]. La Notación de Modelado para Procesos de Negocio (BPMN, por sus siglas en inglés) es un estándar gráfico definido por la Object Management Group (OMG). En [20] se describe que BPMN, es una herramienta gráfica estandarizada, para el modelado de procesos de negocio. Define un lenguaje sencillo, comprensible, que puede ser utilizado por personal no técnico, particularmente los analistas de negocios y por profesionales de múltiples disciplinas, es decir, no es para uso exclusivo del área de TI.

Con BPMN es posible construir modelos de procesos en forma de diagramas, que permiten crear una representación de alto nivel que es fácil de entender para todos los interesados en el proceso, adicionalmente permite la definición del proceso en una representación de bajo nivel (XML) para los entornos de software orientados a procesos. La versión actual de BPMN es la 2.

De acuerdo a White y Miers [16], el modelado en BPMN, se pueden realizar una abstracción en distintos niveles:

- Mapas de Procesos. Simples diagramas de flujo de las actividades; un diagrama de flujo sin más detalle que el nombre de las actividades y tal vez las condiciones de decisión más generales.
- Descripción de Proceso. Proporcionan información más extensa acerca del proceso, como las personas involucradas en llevarlo a cabo (roles), los datos, información, etc.
- Modelos de Proceso. Diagramas de flujo detallados, con suficiente información como para poder analizar el proceso y simularlo. Además, esta clase de modelo más detallado permite ejecutar directamente el modelo o bien importarlo a herramientas que puedan ejecutar ese proceso (con trabajo adicional).

BPMN cubre todas estas clases de modelos y soporta cada nivel de detalle. Como tal, BPMN es una notación basada en diagramas de flujo para definir procesos de negocio, desde los más simples hasta los más complejos y sofisticados para dar soporte a la ejecución de procesos.

2.3 Suite para la Gestión de Procesos de Negocio

Con la ayuda de herramientas computacionales, los modelos de procesos pueden guiar de forma automática o semiautomática la ejecución del proceso operacional, permiten realizar un seguimiento de su estado, y evaluar el grado de desempeño en la realización del proceso, así como orquestrar de forma automática o semiautomática las actividades realizadas y controlar los roles involucrados. A este conjunto de herramientas se les conoce como Suite de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS, por sus siglas en inglés), las cuales permiten construir aplicaciones computacionales bajo la filosofía BPM.

Actualmente algunos BPMS relevantes dentro de la categoría de software libre son: Activiti, JBPM, Flowable y Camunda. Todas estas herramientas ofrecen la funcionalidad para la construcción y ejecución de modelos de proceso construidos con la Notación BPMN v. 2.

Activiti se encuentra desarrollado en lenguaje Java y cuenta con una licencia Apache v. 2. Esta suite se encuentra bajo el soporte de la empresa Alfresco. Los principales componentes de Activiti son:

- Modelador. Aplicación web para construir modelos de proceso en notación BPMN v. 2.
- Diseñador. Extensión de Eclipse para construir modelos de proceso en notación BPMN v. 2.
- Motor. Motor de ejecución para los modelos de proceso.
- Explorador. Herramienta web para realizar el despliegue (instalación) de los modelos de proceso, la ejecución de los modelos de proceso (instancias de proceso), así como para realizar tareas de análisis y seguimiento de las instancias de proceso.

3. Implementación de un Modelo de Proceso para la Elicitación de Requisitos

En esta sección se describe la implementación de un modelo para el proceso de elicitación de requisitos en notación BPMN v. 2, con el software libre Activiti en su versión 5.22. El objetivo principal de este modelo consiste en establecer una guía para el analista, que se constituya en un apoyo para la ejecución exitosa de la importante y difícil tarea de obtener la lista de deseos y necesidades de los stakeholders. Al aplicar la filosofía BPM a este proceso, se obtiene el beneficio de operar bajo un enfoque de mejora continua, dentro de la cual es factible realizar el refinamiento del proceso de elicitación, y así obtener mejores resultados de manera consistente y creciente. Además, la implementación semiautomática del proceso de elicitación en Activiti, permite al analista realizar un seguimiento del estado de la ejecución del proceso de elicitación en cualquier instante de tiempo, y de esta manera tiene un panorama claro de las tareas ejecutadas hasta ese punto, así como de las tareas que faltan por realizar para obtener los productos de la elicitación.

El ciclo de vida de un modelo de proceso en Activiti, inicia con la creación del diagrama del modelo en notación BPMN utilizando el componente denominado Modelador, a continuación por medio del componente Explorador, se realiza el despliegue o instalación del modelo, posteriormente en este mismo componente se inicia la ejecución de la instancia del proceso, y finalmente se realizan tareas de seguimiento y análisis.

3.1 Construcción del modelo de proceso en Activiti

La construcción del modelo se realizó con el componente web de Activiti denominado Modelador, que ofrece un conjunto de componentes de la notación BPMN v. 2, los cuales constituyen los bloques de construcción para elaborar el diagrama del modelo. Para cada componente BPMN incluido en el modelo, se deben establecer los valores para sus propiedades. La interfaz del modelador se muestra en la figura 1. Es importante mencionar que Activiti posee características limitadas para el diseño de formularios, así como la gestión de documentos.

La figura 2 muestra el modelo del proceso general para la elicitación. En esta figura se exponen los 3 subprocesos principales que forman parte de esta etapa (descritos en la sección 1) y además el subproceso para la evaluación de la lista de deseos y necesidades (con el objetivo de determinar si la lista está completa, correcta, consistente, no ambigua, entre otras). En este último subproceso, es donde se decide si se realiza una nueva iteración, o se finaliza la ejecución del proceso. De esta manera el analista puede realizar múltiples iteraciones hasta alcanzar los objetivos establecidos para los productos de la elicitación.

Las figuras 3,4,5,6 describen cada uno de los subprocessos que forman del proceso general de elicitación. La figura 3 representa el subprocesso de “identificación de stakeholders” formada 3 tareas: identificar y obtener información de los stakeholders, analizar su tipo de conocimiento y seleccionar quienes participaran en el siguiente subprocesso.

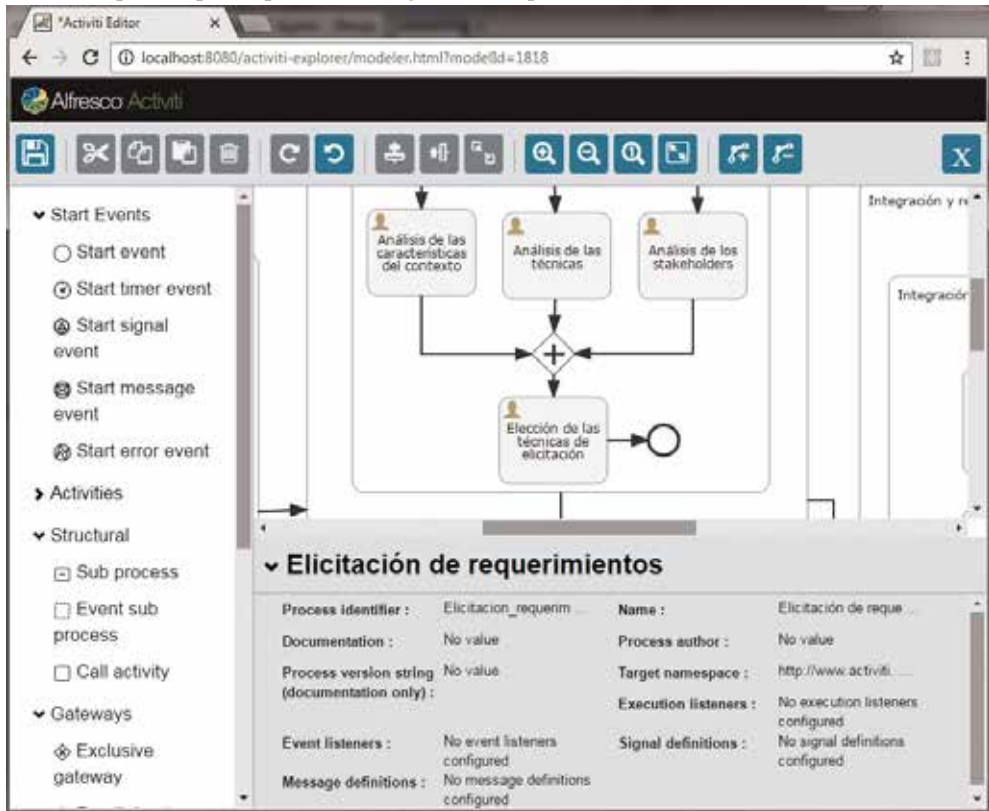


Figura 1. Interfaz del Modelador de Activiti.

En la figura 4 muestra cómo llevar a cabo la “obtención de los deseos y necesidades”. Este subprocesso está formado a su vez por otros 2 subprocessos: elección de las técnicas de elicitación y el de obtención de deseos y necesidades. La figura 5 describe como desarrollar el tercero por medio de 2 subprocessos: la integración y el refinamiento. Por último, la figura 6 representa el subprocesso de “evaluación de la lista de deseos y necesidades”, el cual está formado por 3 tareas: verificar la información obtenida de los stakeholders, determinar la calidad de la lista de deseos y necesidades, y completar la plantilla de control de deseos y necesidades.

3.2 Ejecución y seguimiento del modelo de proceso en Activiti

El primer paso para la ejecución del modelo de proceso en Activiti, consiste en su despliegue utilizando el componente denominado Explorador, el cual valida en primer término la estructura del modelo para determinar la viabilidad de su ejecución. A continuación en el mismo Explorador, el analista inicia la ejecución del modelo validado, creando lo que se denomina: instancia del proce-

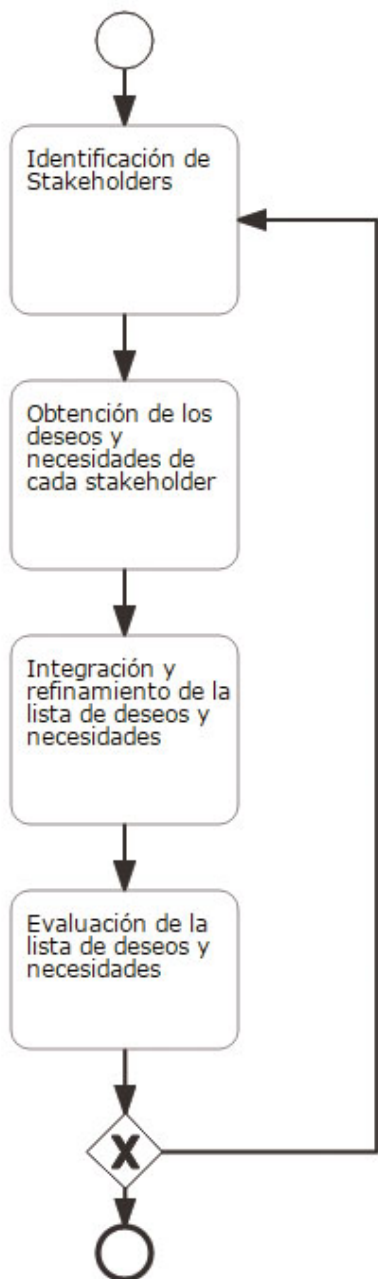


Figura 2. Proceso general de elicitación de requisitos.



Figura 3. Subproceso de identificación de *stakeholders*.

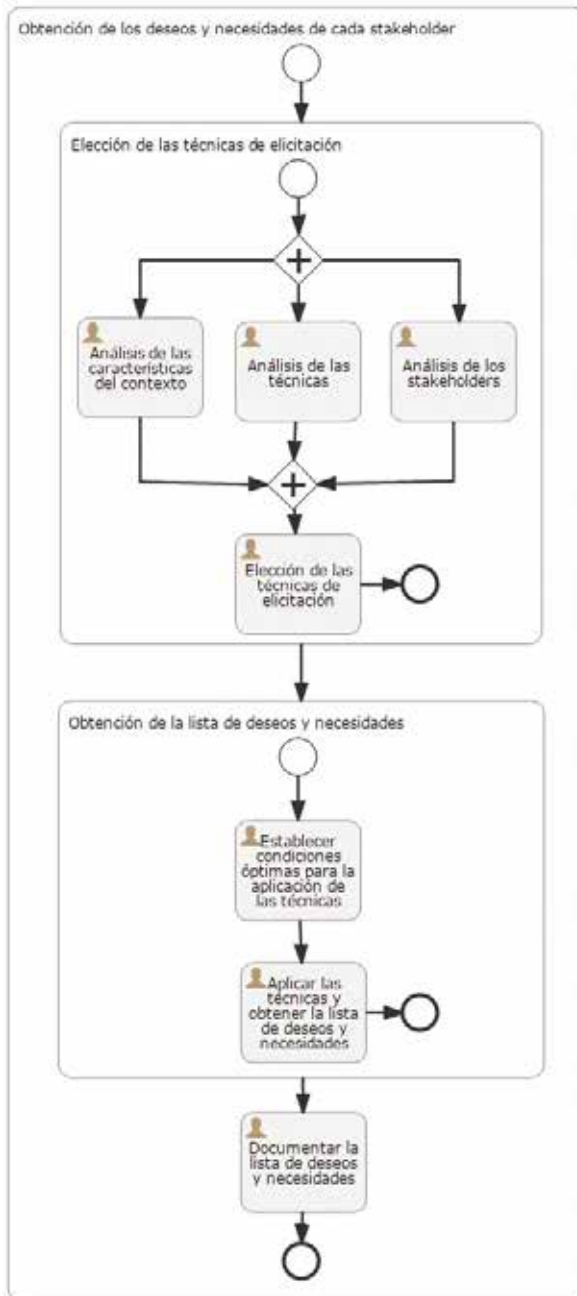


Figura 4. Subproceso de obtención de deseos y necesidades.

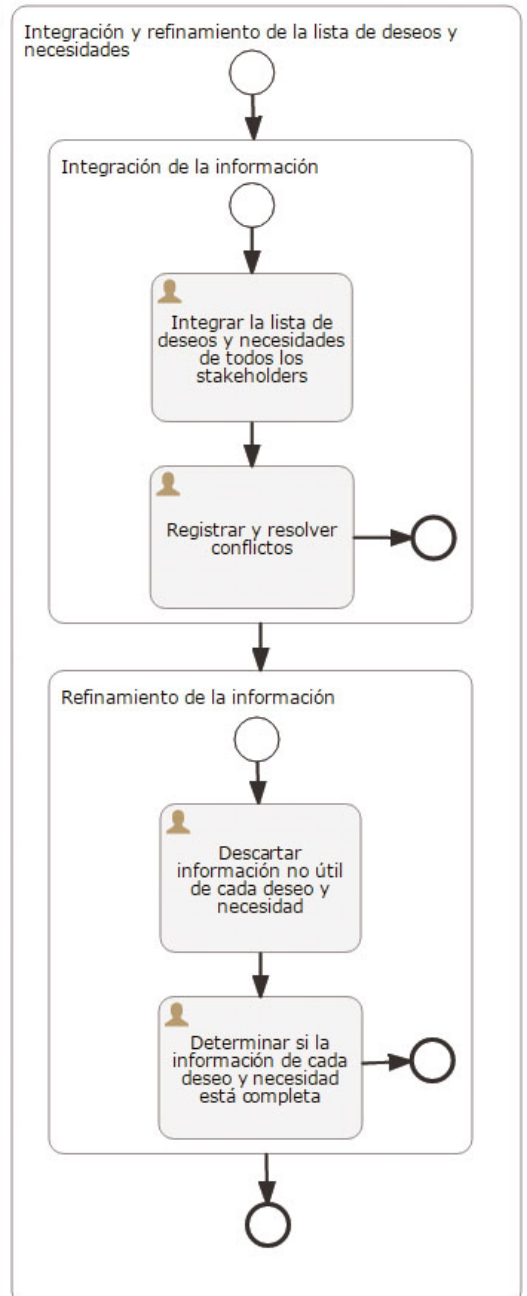


Figura 5. Subproceso de refinamiento e integración de la información.

so. A partir de este momento, Activiti orquesta y guía la ejecución de cada una de las tareas que integran el proceso de elicitación, las cuales son llevadas a cabo por cualquier usuario de Activiti asignado al grupo de analistas de requisitos, de esta manera, múltiples usuarios-analistas pueden participar en la ejecución de las tareas del proceso de elicitación. En la figura 7 se muestra la interfaz que el Explorador presenta al analista, durante la ejecución de la tarea denominada selección de los stakeholders, en la cual se muestra información que incluye: el nombre de la tarea, la descripción del objetivo de la tarea, el nombre del analista responsable de su ejecución, documentos asociados, fecha de vencimiento de la tarea y su prioridad, entre otros.

Como resultado de la realización de esta tarea, el analista adjunta documentos al Explorador, los cuales son consultados en tareas posteriores durante la ejecución de la instancia del proceso. Es importante mencionar que el usuario que tiene asignada la responsabilidad de realizar una tarea, puede transferir esta responsabilidad a otro usuario.

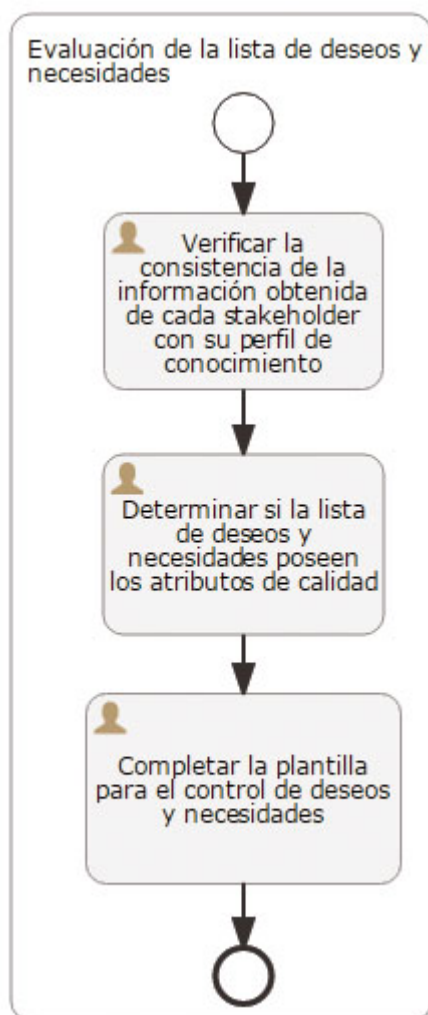


Figura 6. Subproceso para evaluar la lista de deseos y necesidades.

El Explorador de Activiti incluye un módulo que permite al analista realizar el seguimiento del estado de la ejecución del proceso de elicitación, la interfaz se muestra en la Figura 8. En dicho módulo, el Explorador presenta un diagrama completo del modelo, y resalta las tareas que se encuentran en ejecución, con el borde en color rojo. De esta manera el analista verifica el avance de la ejecución y determina las tareas que no se han realizado.

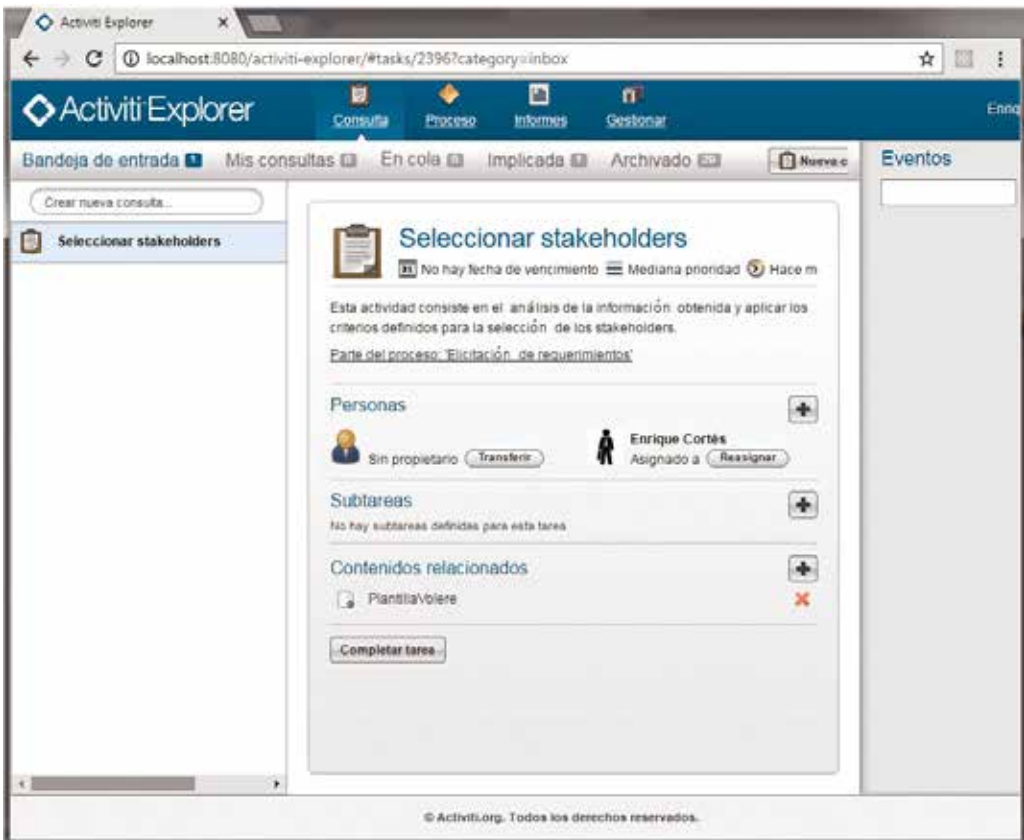


Figura 7. Interfaz del Explorador de Activiti para la realización de una tarea.

Adicionalmente, Activiti ofrece al analista, información histórica sobre la ejecución de la instancia del proceso, que incluye: el listado de todas las actividades realizadas, la duración de cada actividad, el rol o persona que las realizó, así como la información generada durante la ejecución del proceso. Esta información es relevante para el analista, ya que al finalizar la ejecución del proceso de elicitación, se realiza una fase de introspección para determinar las oportunidades de mejora del modelo y de esta manera corregir los aspectos que son susceptibles de generar resultados con mayor calidad.

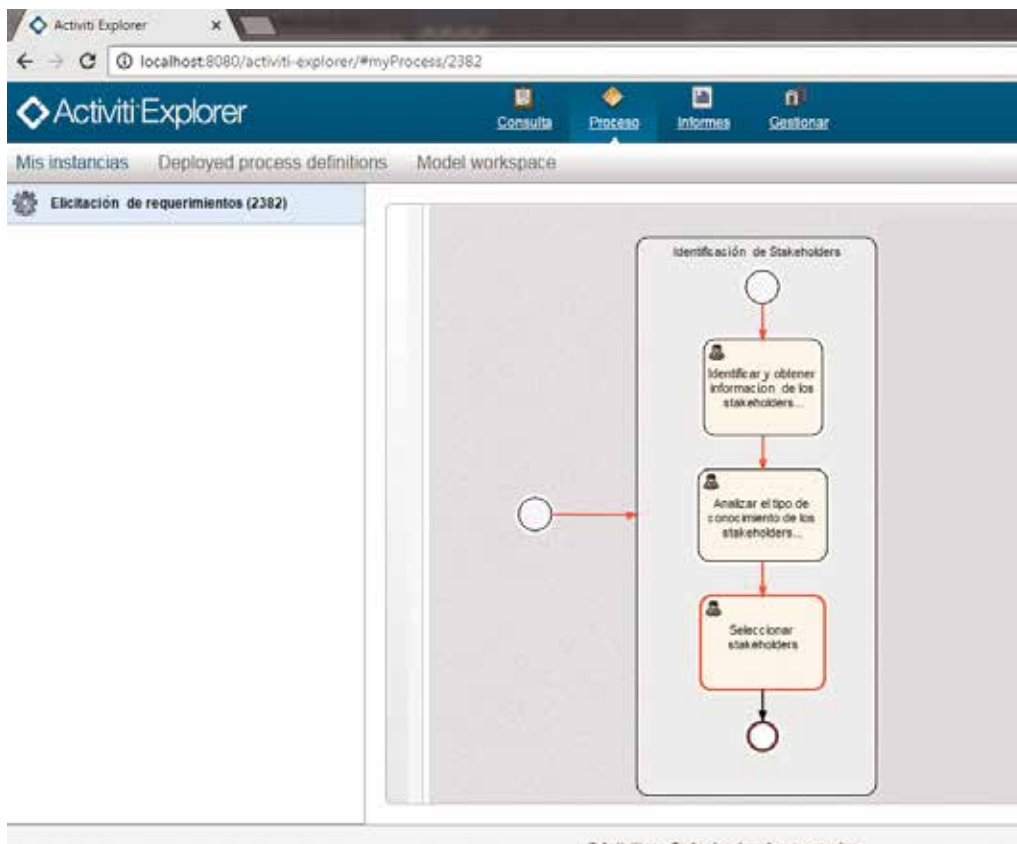


Figura 8. Interfaz del Explorador de Activiti para el seguimiento de la ejecución del proceso.

Conclusiones y trabajo futuro

La etapa de elicitación es la etapa más crítica de la IR, debido a que en ella se invierte el mayor tiempo para llevarla a cabo[6], además de que al ser una actividad fundamentalmente humana se pueden generar un gran número de problemas. Aunque no se le da la importancia que debiera, al ser la primera etapa del proceso los errores generados en esta son arrastrados a etapas posteriores del proceso de desarrollo de software, y por lo tanto el costo de repararlos aumenta de forma significativa al pasar a la siguiente etapa [21]. Por esta razón resulta muy importante contar un proceso de elicitación definido, no ambiguo y repetible. En este trabajo se implementó un modelo para el proceso de elicitación en proyectos pequeños, utilizando el software libre Activiti. Este modelo constituye una guía para el analista en la ejecución de las actividades del proceso de elicitación. Al incluir la filosofía de mejora continua de BPM, es factible incrementar continuamente la madurez del proceso y adaptar su estructura a las necesidades del proyecto y organización. Con el objetivo de refinar el modelo de proceso construido en Activiti, se requiere el refinamiento del modelo, a partir de su aplicación en diversos proyectos pequeños.

Activiti ofrece múltiples funcionalidades para la construcción y ejecución de modelos de proceso, sin embargo presenta algunas deficiencias, como la falta de una implementación robusta de formularios, gestión de documentos, así como de reportes para realizar tareas de análisis, entre otros. Sin embargo al utilizar software libre, es posible analizar el código fuente para implementar las funcionalidades adicionales requeridas.

En la definición del proceso de elicitación hay diversas propuestas, de tal manera que se requiere realizar un consenso para contar con un proceso de elicitación más general y que se pueda adaptar a cualquier tipo de proyecto.

Referencias

- [1] Standish Group. (2015). The CHAOS report. Capturado em: <http://www.standishgroup.com>
- [2] Davis, A., Overmyer, S., Jordan, K., Dandashi, J. C., Dinh, A., Kincaid, G., Ledebor, G., Reynolds, P., Sitaram, P., Ta, A. y Theofanos M. (1993). Identifying and Measuring Quality in a Software Requirements Specification. In Proceedings of 1st [Software Metrics Symposium](#), 141-152.
- [3] Sommerville, I. & Sawyer, P. (2006). Requirements Engineering. New York, US: John Wiley & Sons.
- [4] Brooks, F. R. (1987). No silver bullet: Essence and Accidents of Software Engineering. IEEE Computer Magazine, 20(4), 10-19.
- [5] Sommerville I. (2010). Software Engineering. New York, US: Addison-Wesley
- [6] Christel, M. G. & Kang, K.C. (1992). Issues in Requirements Elicitation (Technical Report CMU/SEI-92-TR-012 or ESC-TR-92-012) Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- [7] Kotonya, G. & Sommerville, I. (2000). Requirements Engineering: Processes and techniques. New York, US: Wiley.
- [8] Berenbach, B., Paulish, D.J., Kazmeier, J. & Rudorfer A. (2009). Software & Systems Requirements Engineering: In Practice. New York: McGraw-Hill Osborne Media.
- [9] Abran A., Moore J. W., Bourque P. & Dupuis R. (2004). SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge v3.0, IEEE Computer Society.
- [10] Reyes M. (2015). Propuesta de métricas para los requisitos software en la etapa de elicitación. Tesis presentada para la obtención del título de Maestría en Tecnologías de Cómputo Aplicado. Universidad Tecnológica de la Mixteca, México.
- [11] Kaur, R. & Sengupta, J. (2011). Software Process Models and Analysis on Failure of Software Development Projects. International Journal of Scientific & Engineering Research, 2(2), 2-3.
- [12] Raghavan, S., Zelesnik, G. & Ford, G. (1994). Lectures Notes in Requirements Elicitation (CMU/SEI-94-EM-10). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- [13] Scott, A. C., Clayton, J. E. & Gibson, E. L. (1991). A practical guide to knowledge acquisition. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Company, Inc.
- [14] Underdahl, L (2015). Manipulative Monkeys: Research as Design.

- [15]Van Der Aalst, W. M., Ter Hofstede, A. H., & Weske, M. (2003, June). Business process management: A survey. In International conference on business process management (pp. 1-12). Springer Berlin Heidelberg.
- [16]White, S.A., & Miers, D. (2009). guía de referencia y modelado BPMN. Documento estándar.
- [17]Object Management Group (2008). Business Process Model and Notation, V1.1. Identification: formal/2008-01-17.
- [18]León, O. M. L., & España, J. A. A. (2009). la importancia del Modelado de Procesos de Negocio como Herramienta para la Mejora e Innovación . Revista Raites, 4(7), 61-72.
- [19]Ko, R. K., Lee, S. S., & Wah Lee, E. (2009). Business process management (BPM) standards: a survey. Business Process Management Journal, 15(5), 744-791.
- [20]Gómez, E. J. (2014). Análisis de BPMN como herramienta integral para el Modelado de Procesos de Negocio. Universidad de Manizales, 25.
- [21]Boehm, B. W. (1981), Software Engineering Economics (Vol. 197), Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall.