



## Adaptación del Proceso de Modelo de Software “V” para PYMES de la región No. 3 del Ecuador

### Adaptation of the "V" Software Model process for PYMES in the No. 3 region of Ecuador

Bedón-Salazar, E.<sup>a</sup>, Navas-Moya, M.<sup>b</sup>, Mendoza-Poma, R.<sup>a</sup>

- a. Carrera de Ingeniería Informática y Sistemas Computacionales. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- b. Carrera de Ingeniería de Software, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga, Ecuador.  
e-mail: [edison.bedon@utc.edu.ec](mailto:edison.bedon@utc.edu.ec), [mpnavas@espe.edu.ec](mailto:mpnavas@espe.edu.ec), [rodolfo.mendoza@utc.edu.ec](mailto:rodolfo.mendoza@utc.edu.ec)

**Innovación Tecnológica.** Una alternativa para las Pymes en el desarrollo de software de calidad.

**Área de aplicación industrial.** Para todas las industrias PYMES de la zona 3 del Ecuador.

Recibido: 19 Enero 2017.

Aceptado: 20 Abril 2017.

### Resumen

Con el avance y el desarrollo de la informática la idea de calidad en el software ha ido alcanzando mayor importancia e impacto, diferentes autores han abordado este concepto desde distintas aristas, en todas ellas se valoran elementos comunes al concepto de calidad, entre estos: el CORE (corazón) del negocio, la satisfacción de necesidades o perspectivas del cliente, y el análisis de requisitos para satisfacerlas. Para lograr alcanzar el concepto de calidad los desarrolladores han utilizado modelos de ciclo de vida los cuáles en la mayoría de los casos no se adecuan exactamente a las reglas de negocio de la empresa, de ahí la necesidad de adaptar el proceso de software y presentar una alternativa de desarrollo para las PYMES (pequeñas y medianas empresas) al tratarse de un modelo sencillo y fácil de aplicar para grupos pequeños (desarrolladores). Para el caso del presente documento se ha propuesto la adaptación de la metodología del ciclo de vida “V” a la realidad de las PYMES de la región número 3 del Ecuador, el modelo parte del modelo “V” tradicional a partir de la iteración de las actividades del proceso y se van creando iteraciones y en cada repetición se van corrigiendo los errores hasta obtener un software de calidad, a bajo costo, sencillo y de fácil aprendizaje aplicado a grupos conformado hasta por cinco desarrolladores.

**Palabras Clave:** Pymes, Aesoft, Ciclo de vida, modelo de desarrollo, método o modelo V, CORE del negocio, SPICE, RETAIL.

## Abstract

With the advancement and development of computer science, the idea of quality in software has been reaching greater importance and impact, different authors have approached this concept from different edges, in all of them common elements to the concept of quality are evaluated, among them: CORE (heart) of the business, the satisfaction of customer needs or perspectives, and the analysis of requirements to meet them. In order to achieve the concept of quality, developers have used lifecycle models which in most cases do not conform exactly to the business rules of the company, hence the need to adapt the software process and present a Development alternative for small and medium-sized enterprises (PYMES) as a simple and easy-to-apply model for small groups (developers). For the case of the present document, it has been proposed to adapt the life cycle methodology "V" to the reality of PYMES in the region number 3 of Ecuador, the model part of the traditional "V" model from the iteration of activities of the process and iterations are created and in each iteration the errors are corrected until obtaining software of quality, at low cost, simple and of easy learning applied to groups conformed by five developers.

**Key Words:** Pymes, Aesoft, Life Cycle, Development Model, "V" Method or Model, Iterative Model, Business CORE, SPICE, RETAIL.

## 1. Introducción

El presente documento permite brindar una alternativa en el propósito de desarrollar software de calidad, al adaptar un modelo de ciclo de vida para el desarrollo de software para Pymes Ecuatorianas de la región número 3. El interés, importancia e impacto despertado por el sector de las Pymes se va generalizando en todo el mundo. Se pueden encontrar algunas investigaciones relacionadas con el mejoramiento de los procesos de desarrollo de software para este segmento de empresas, utilizando o mejor dicho adaptando diferentes ciclos de vida.

En la actualidad existen diferentes modelos de ciclo de vida para el proceso de desarrollo de software, ante lo cual es necesario destacar y diferenciar el ciclo de vida del proyecto y el modelo de desarrollo en el proceso de software. El ciclo de vida ayuda a controlar las actividades desde el inicio hasta el fin del mismo, por otra parte el modelo de desarrollo ayuda a definir el cómo se construirá el producto software. Ambos conceptos coadyuvan a obtener un producto software que equilibra el aspecto técnico y administrativo.

En el documento se describe una investigación realizada al modelo de ciclo de vida de desarrollo V, como caso de estudio las pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software, a través de la adaptación que se ha hecho del modelo V específicamente para este segmento de empresas. Si se estima que los otros modelos de ciclo de vida son muy costosos y necesitan contar con un considerable número de colaboradores que formen parte del proyecto de desarrolladores para conformar los diferentes equipos que conllevan estos modelos de desarrollo. Por ello se ha considerado que una buena alternativa sería la adaptación del modelo "V" el cual toma como insumo el modelo "V" clásico, el resultado o mejor dicho el producto software obtenido se vuelve a evaluar nuevamente a través del modelo clásico, el resultado es una nueva iteración que se repite hasta que se considere haber obtenido un producto software de calidad que toma importancia sobre todo si se valora que la industria del Software ha demostrado en el mundo ser un motor del crecimiento económico de los países, un inyector para el aumento de productividad y un generador de plazas de trabajo [1].

## 2. Trabajos Relacionados

En los últimos años, se han desarrollado innumerables esfuerzos por alcanzar la calidad en los procesos de desarrollo de software, a través de la aplicación de ciclos de vida, estándares, métricas que se ajusten a los requerimientos del cliente; sin embargo esta práctica se ha convertido en una tarea agotadora, sobre todo porque no existe una bala de plata que permita resolver todos los problemas que se presentan a la hora de desarrollar software de calidad, sobre todo porque ninguno de los ciclos de vida, modelos, estándares, métricas se ajustan cien por ciento a las necesidades del cliente, además que los costos para desarrollar software no están al alcance de todas las empresas, según lo han demostrado estudios a nivel mundial; esta realidad no está alejada de lo que sucede en nuestro país, un estudio de Aesoft determinó que en algunos casos la inversión tan solo alcanza una decena de miles de dólares o menos.

Se han desarrollado trabajos para las Pymes como es el caso de un modelo para la mejora de procesos de software en las pequeñas y medianas empresas desarrollado en Madrid España, en el cuál se realizó un estudio muy exhaustivo sobre los modelos de evaluación y mejora de los procesos de software, haciéndose una adaptación de los modelos más conocidos, como de los que han sido desarrollados específicamente para este sector y se presenta un nuevo modelo para la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad en Pymes de Desarrollo de Software basado en SPICE (Determinación de la capacidad y mejora de los procesos de Software) [6,7].

En Costa Rica se trabajó en una propuesta de un modelo unificado para el desarrollo de software aplicado a las Pymes, que permita unificar criterios, y de esta manera hacer más comprensible y sencillo el corazón del negocio desde la visión informática [8].

Otro trabajo relacionado es el de la tesis de Marco Antonio Ribó en Chile “Metodología desarrollo de software para Pymes de Retail (término inglés para comercio al por menor o al detalle)”, que permite definir un modelo de proceso para el desarrollo de software de calidad, y que a la vez evaluó y demostró que el proceso metodológico respalda el crecimiento organizacional, a través de la aplicación de la mencionada metodología [9].

Por ultimo otro trabajo presenta un enfoque para la integración de las pruebas de evaluación del modelo “V” para la ingeniería de Internet, como una contribución a la metodología WSDM (Metodología de desarrollo Web), desarrollado en Bruselas, Bélgica por parte de dos investigadoras de la Universidad de Jordan y Brussel. Este enfoque muestra una forma flexible, reutilizable y fácil de construir y probar el sitio web que tiene en cuenta todas las necesidades del cliente, así como todas las reglas y políticas de la empresa.

Es necesario establecer que no se pudieron encontrar trabajos relacionados específicamente con el modelo V, de ahí la originalidad de este artículo que permitirá obtener software de manera más flexible, rápida y sobre todo que no involucre demasiado tiempo y por ende menos costos, aspecto importantísimo en las Pymes desarrolladoras de software.

## 3. Fundamentación Teórica

### La Industria del Software y las PYMES

La industria del software en las últimas décadas se ha constituido en una actividad económica rentable en la mayoría de los países del mundo. Es así como en Europa representa el 8% del PIB y el 6% de los puestos de trabajo; en España esta tendencia se ha extendido hacia modelos de negocio basados en fábricas de software y nearshoring. A nivel mundial, esta industria está formada por micros,

pequeñas y medianas empresas desarrolladoras de software. Sin embargo el segmento Pymes constituye cerca del 90% de los negocios formales y que generan entre el 40% y el 50% de la oferta de empleo [2,3].

La industria ecuatoriana de software creció alrededor del 30 por ciento desde el 2007, cuando facturó 280 millones de dólares. Este segmento de la industria ecuatoriana fue declarado en el año 2011 por el presidente Rafael Correa como estratégico dentro de la economía nacional [4]. “Ese anuncio significó un cambio para la industria nacional del software”, dio paso a estrategias y planes de capacitación y de exportación, etapas para la mejora de productos y procesos de creación [4]. Actualmente, de las 400 empresas del país, entre desarrolladoras y distribuidoras de software, 122 son miembros de Aesoft. De los 122 miembros, 90 por ciento son Pymes que no tienen más de 25 trabajadores. El resto son empresas grandes con hasta 100 empleados [4].

La mayoría de empresas se concentran en Quito, aunque Guayaquil, Cuenca, Ambato, Manta y Loja también acogen empresarios de software; actualmente la industria del software se constituye en un potencial segmento exportador, en especial por muchos casos de éxito, que han sido reconocidos en los mercados internacionales [4].

### **Las características de las Pymes**

Un estudio interesante permitió determinar si el tamaño de una organización influye en la estrategia de implementación para el desarrollo de software y el nivel de éxito que alcance. Los resultados concluyen que hay diferencias fundamentales entre las grandes empresas (más de 200 desarrolladores) y las Pymes (menos de 30 desarrolladores) [5].

Entre las características diferenciadoras de las pymes se tienen:

- Recursos humanos. El tamaño de los equipos suelen ser pequeños, los mismos integrantes forman parte de diferentes equipos. No existen expertos en tareas determinadas todos pueden realizar diversas actividades del desarrollo de software. No se dispone de un manual de funciones que especifique con claridad las responsabilidades y funciones de cada empleado.
- En cuanto a los aspectos económicos; como en todo negocio prima obtener ganancias a corto que a largo plazo, se dedican pocos recursos para la generación de nueva tecnología.
- Los procesos son muy costosos para las Pymes, al tener que desarrollar software a medida con el cumplimiento de los estándares que exigen los modelos.
- Los proyectos al no ser muy grandes no llevan mucho tiempo, se acostumbra a manejar pocos proyectos de manera simultánea.

En definitiva, se puede afirmar que la mayoría de autores determinan que existen diferencias con respecto al desarrollo de software en las Pymes, en la cual el desarrollo debe aplicarse de manera individual y claramente diferente a como acontece en las grandes organizaciones.

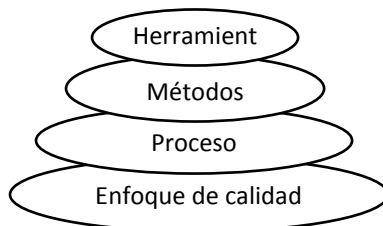
### **El ciclo de vida**

Es necesario determinar que un proyecto de software es una actividad humana por la que se transforman unos requisitos (necesidades) de un cliente en un producto software entregable (que satisfaga las necesidades del usuario), aplicando un proceso de desarrollo establecido (ciclo de desarrollo, ciclo de vida), en un plazo, con un presupuesto pre acordado y garantizando calidad del producto.

Los ciclos de desarrollo están orientados al proceso de construcción de software, y el ciclo de vida permite resolver los problemas reales del software, a través de

incorporar estrategias de desarrollo que definan el proceso acompañándose de métodos y herramientas.

Cualquier enfoque de ingeniería debe descansar sobre un empeño de enfoque de calidad. Los cimientos de la Ingeniería de Software están orientados a la calidad, su fundamento principal se basa [6] en la capa de proceso.



**Figura 1.** Capas de Ingeniería de Software, tomado del libro Ingeniería del Software. Un enfoque práctico Roger Presmann.

El Ciclo de Vida son todas las fases por las que atraviesa el sistema que se está desarrollando, es decir desde la fase de la idea inicial hasta que el software es retirado o remplazado (muere). También a este proceso se le conoce como paradigma.

Las principales diferencias entre los distintos modelos de ciclo de vida radica en: alcance, desarrollo, construcción y modificaciones posteriores hasta su retirada del mercado.

La ingeniería del software establece y se vale de una serie de modelos que establecen y muestran las distintas etapas y estados por los que pasa un producto software, desde su concepción inicial, pasando por su desarrollo, puesta en marcha y posterior mantenimiento, hasta la retirada del producto. A estos modelos se les denomina “Modelos de ciclo de vida del software” [10,11]. Los modelos de ciclo de vida del software representan las etapas del ciclo de software y la sucesión en que deben ejecutarse estas.

Según el proyecto a desarrollar se debe tomar en cuenta el modelo de ciclo de vida más adecuado:

1. Definir las actividades (análisis, diseño, implementación y pruebas) a realizar al desarrollar el proyecto.
2. Introducir consistencia entre los diferentes proyectos de desarrollo en la misma empresa.
3. Proporcionar checkpoints (hitos) para gestionar las decisiones de seguir o no, y de seguimiento.

### Modelo de Ciclo de Vida en “V”

El modelo en “V” viene a tratar de resolver algunos de los problemas que se reflejaron en la aplicación del tradicional modelo en cascada. El hallazgo que más se evidencio, es: la detección de errores se daban demasiado tarde en el ciclo de vida, debido a que la fase de pruebas no se desarrollaba sino hasta el final del proyecto. La propuesta del modelo en “V” establece que las pruebas deben aplicarse lo más pronto posible en el ciclo de vida basados en que las pruebas no son sólo una actividad fundamentada en la ejecución. Es importante considerar y asumir que existen variadas actividades que se deben realizar antes de dar por terminado la fase de codificación, el modelo en V propone que éstas se lleven a cabo a la par en la fase de desarrollo, donde el personal a cargo de las pruebas debe trabajar con los desarrolladores y analistas de negocio de tal forma que puedan realizar estas tareas y producir una serie de partes del sistema probados y operativos para producción. Los módulos generados por los desarrolladores y analistas del proyecto son los pilares de las pruebas en uno o más niveles. El modelo en “V” ilustra cómo las actividades del periodo de pruebas (verificación y validación) se pueden integrar en cada fase del ciclo de vida. Dentro de dicho modelo, las pruebas de validación aparecen durante las etapas tempranas, por ejemplo, revisando los ERS (Especificación de Requerimientos de

Software) y después durante las pruebas de aceptación de usuario.

El modelo en V en un proceso secuencial en el desarrollo del ciclo de vida de todo proyecto. En la figura 2. La sección izquierda representa la descomposición de los requisitos y la creación de las especificaciones del sistema, y la sección derecha de la V representa la unificación de partes y su verificación. De ahí que V significa “Validación y Verificación”.



**Figura 2.** Modelo de ciclo de vida en V, tomado del libro *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico* Roger Presmann.

Como se puede observar en la figura que antecede las etapas individuales del modelo son casi idénticas a las del modelo en cascada tradicional. Sin embargo la gran diferencia radica en la orientación, en vez de ir para abajo de una forma lineal las fases del proceso crean un vértice en la fase de codificación y vuelve a ascender, formando una V. La razón de esto es que para cada una de las fases de diseño se ha encontrado que hay relación biunívoca con las fases de pruebas que se correlacionan.

### Rama descendente

En cada fase se llevan a cabo las actividades propias para dicha, se tiene en cuenta y se verifican las salidas de la etapa previa, sirviendo además de referencia para las actividades de la fase siguiente a través de los productos generados en ella.

Por último, prepara las pruebas que permitirán validar lo que ha sido definido durante el ciclo, pruebas que se ejecutarán en la fase situada al mismo nivel en la rama ascendente de la “V”.

### Rama ascendente

En cada fase se ejecutan las pruebas para validar lo definido durante la etapa de su mismo nivel de la rama descendente, se verifican las actividades llevadas a cabo durante la etapa anterior y sirven de referencia para las actividades de la próxima.

### Ventajas

Entre las que destacan del modelo son:

- Modelo simple y fácil de utilizar, uno de los más aplicados después del cascada.
- En cada una de las fases existen entregables específicos.
- La relación entre las etapas de desarrollo y los distintos tipos de pruebas facilitan la localización de fallos.
- Es un modelo que se asume funcionara bien para proyectos pequeños; donde los requisitos son entendidos fácilmente.

### Inconvenientes

Entre las desventajas y cuestionamientos que se le hacen al modelo están las siguientes:

- Es un modelo muy rígido, en esto se parece al modelo en cascada.
- Las pruebas suelen ser costosas y, a veces, no lo suficientemente efectivas.
- El producto final obtenido puede que no refleje todos los requisitos del usuario.
- Escasa tolerancia a los cambios y al alcance del proyecto, resulta muy difícil esta tarea.

- El modelo no proporciona alternativas evidentes para problemas encontrados durante las fases de pruebas.

#### 4. Adaptabilidad del ciclo de Vida V para PYMES de la Zona 3 del Ecuador

Después de analizar y revisar los trabajos desarrollados para Pymes a nivel mundial, de América Latina y en particular de nuestro país, se establece que es muy utilizado el modelo V para desarrollo de software; a continuación se desarrolla una propuesta de adaptabilidad del modelo V para Pymes en el Ecuador.

La Especificación o Ingeniería de Requisitos es la primera fase, en ésta ingresa la oferta elaborada y una vez evaluada a través del proceso de validación de requisitos se obtiene el plan de pruebas de aceptación y el plan de proyecto.

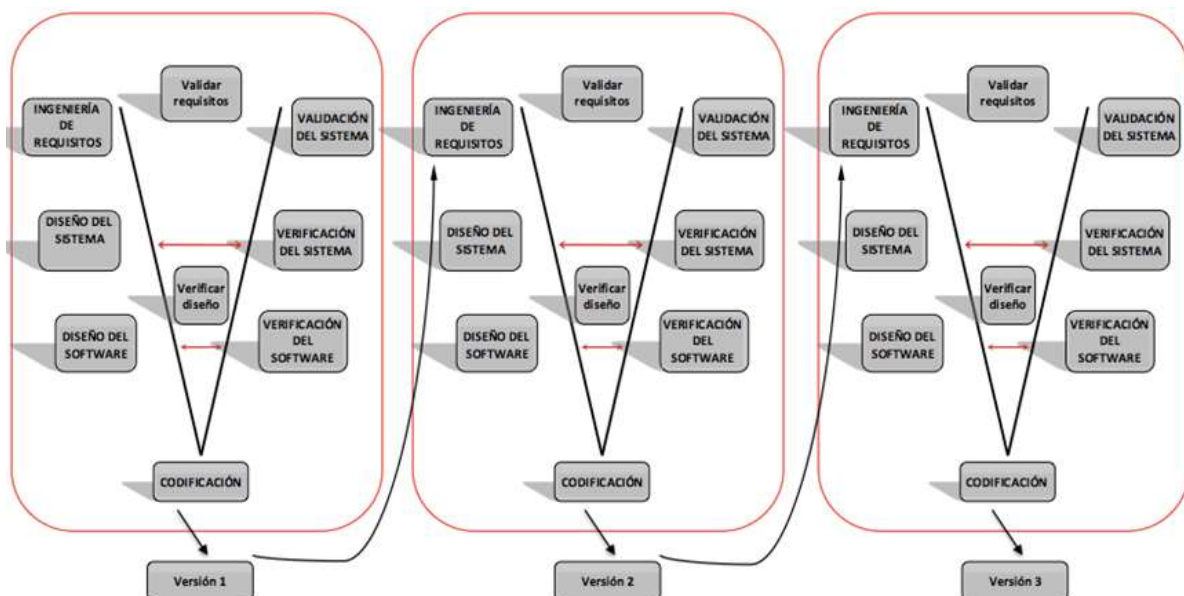
En el Diseño del Sistema y del Software, se ingresa el documento de especificación de requisitos y se obtiene el entregable de arquitectura y el plan de pruebas de integración.

En la fase de Codificación ingresa el documento de arquitectura y software de las fases anteriores y se obtiene un escrito en detalle (codificación), con el cuál se elabora el plan de pruebas unitarias y se llevan a cabo dichas pruebas.

En la fase de Verificación del Sistema y Software se elaborarán las experiencias de integración a partir del plan de pruebas unitarias.

Validación del sistema en esta fase entra el plan de pruebas de aceptación y el resultado de las pruebas de integración, y se llevan a cabo las pruebas de aceptación, obteniéndose como resultado el producto de la versión 1.

El ciclo de vida puede ejecutarse varias veces y en cada iteración se obtiene una versión mejorada y validada, en donde el cliente es el actor principal (propone mejoras), las versiones son cíclicas hasta obtener un producto final que satisfaga las necesidades del usuario y cumpla las especificaciones y requerimientos establecidos por el cliente. Solo entonces se obtendrá un producto final, listo para entrar a producción.



**Figura 3.** Esquema de adaptabilidad del ciclo de vida V para Pymes. El ciclo de vida puede ejecutarse varias veces y en cada iteración se obtiene una versión mejorada y validada, en donde el cliente es el actor principal (propone mejoras), las versiones son cíclicas hasta obtener un producto final que satisfaga las necesidades del

usuario y cumpla las especificaciones y requerimientos establecidos por el cliente. Solo entonces obtendremos un producto final, listo para entrar a producción.

La propuesta se basa en el modelo incremental el cual toma una versión uno y se van añadiendo cambios a la nueva versión, haciéndose notoria la participación del usuario para la obtención del producto software final. La idea del modelo es reducir los riesgos que surgen al dar cumplimiento a las necesidades del usuario y el producto resultante, debido a un mal entendimiento o deficiente aplicación de la fase de requerimientos.

El modelo ofrece como principal bondad que no es mandatorio que los requisitos estén totalmente definidos al inicio del proyecto, sino más bien que los mismos pueden ser afinados y ampliados en cada una de las iteraciones del modelo. Además la ventaja de realizar el desarrollo en pequeños ciclos, permitiendo minimizar los riesgos, y gestionar mejor las entregas.

Otra de las ventajas de esta propuesta de modelo es que reduciría los costos de las pruebas caras ya que la codificación se desarrolla por etapas, no es lo mismo hacer pruebas de todo el sistema que solo de una etapa.

También resuelve la problemática del modelo original que no siempre refleja todos los requisitos del usuario y que resultan en cambios difíciles y caros de ejecutar. Todos estos problemas son resueltos con esta propuesta de adaptabilidad, en cada fase se construye un prototipo que es mejorado de acuerdo a las nuevas especificaciones del usuario, y como cada versión del software es expuesto a pruebas se obtienen versiones validadas, verificadas y acorde a las necesidades del usuario y a las especificaciones de los requisitos.

## 5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Es importante porque fue el primer ciclo de vida que incorpora el control en los procesos a través de las pruebas en cada una de las fases, su aporte constituye los primeros intentos por obtener software de calidad.

El modelo "V" se puede aplicar en la mayor parte de la industria y a través de una adaptación calza perfectamente en las Pymes.

Pese a ser uno de los primeros ciclos de vida no se encontraron adaptaciones para Pymes, de ahí la pequeña contribución de esta investigación al haber adaptado el modelo para Pymes; sin embargo sería importante que se pueda realizar una adaptación del modelo "V" para medianas y grandes empresas, sobre todo para proyectos que no involucren equipos grandes de desarrollo.

Otra alternativa de adaptabilidad del modelo V, podría ser utilizando como base el modelo ágil o de prototipos porque debido a sus características, sería una muy buena adaptación para el modelo.

## 6. Referencias

- [1] Comptia (2005): The Critical Role of the Software Industry in Latin America, Cumbre Mundial sobre la sociedad de la información, Tunes.
- [2] Iteco (2008). Estudio sobre la certificación de la calidad como medio para impulsar la industria de desarrollo de Software en España, Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación.
- [3] Piattini, M., Garzas, J. (2007). Fabricas de Software: experiencias tecnológicas y organización. Ra-Ma.
- [4] Torres, B. (2011). Directora ejecutiva de la Asociación Ecuatoriana de Software. Quito.



- [5] Dyba, T. (2003). Factors of Software Process Improvement Success in Small and Large Organizations. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 28(5), 48-57. <http://dx.doi.org/10.1145/949952.940092>.
- [6] Pressman, R.(2014): Ingeniería del Software, Un enfoque práctico (1st ed.), New York: Mcgraw-Hill.
- [7] Revista Española de Innovación (2005): Calidad e Ingeniería del Software, Madrid, España. 7-29.
- [8] Revista Rhombus (2005): Propuesta un modelo unificado para el desarrollo de Software en las Pymes, Costa Rica. <http://dx.doi.org/10.21774/ing.v5i9.45>.
- [9] Ribo, M (2009): “Tesis de Maestría”. Metodología de Desarrollo de Software para Pymes de Retail, Chile.
- [10] Boehm, B.(2017), CMSC 838Y Spring 2003. Spiral Model of Software Development and Enhancement [online] Disponible en: <http://www.cs.umd.edu/class/spring2003/cmsc838p/ess/spiral.pdf>
- [11] Plessers, P., Casteleyn, S., Yesilada, Y., De Troyer, O., Stevens, R., Harper, S., and Goble, C.: Accessibility: a Web Engineering approach. In Proceedings of the 14th international Conference on World Wide Web (Chiba, Japan, May 10 - 14, 2005).
- [12] Sommerville, I.(2011): Software Engineering (1st ed.). Boston: Pearson.
- [13] Project Smart. (2017). The V Model as Applicable Today in IT as It Has Always Been. [online] Disponible en: <http://www.projectsart.co.uk/the-v-model-as-applicable-today-in-it-as-it-has-always-been.html>
- [14] Modelo V para gestión de proyectos <http://www.kiekari.com/es/master-net/modelo-v-para-gestion-de-proyectos>.
- [15] Software Development Models - V-Model [http://sqa.fyicenter.com/FAQ/Software-Development-Models/Software\\_Development\\_Models\\_V\\_Model.html](http://sqa.fyicenter.com/FAQ/Software-Development-Models/Software_Development_Models_V_Model.html)
- [16] Testing Life Cycle: Part 4 “How deeply Software Testing Life Cycle is embedded into Software Development Life Cycle”<http://scarpedia.com/general/testing-life-cycle-part-4-how-deeply-software-testing-life-cycle-is-embedded-into-software-development-life-cycle/>
- [17] Sitio web de la Organización Internacional para la Estandarización [www.iso.org](http://www.iso.org)
- [18]