

## Aplicación y Valoración de la Verificación y Validación de Software: una Encuesta Realizada en Buenos Aires

Francisco De Greca<sup>1</sup>, Bibiana Rossi<sup>1</sup>, Gabriela Robiolo<sup>2</sup>, Guilherme H. Travassos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Argentina de la Empresa, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Universidad Austral, Buenos Aires, Argentina

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Río de Janeiro, Brasil

fgreca@hotmail.com, birossi@uade.edu.ar,

grobiolo@austral.edu.ar, ght@cos.ufrj.br

**Abstract.** La verificación y validación del software no sólo comprueban que se está construyendo la aplicación informática correctamente, sino también buscan que la aplicación a construir sea la correcta. Es posible identificar un conjunto de actividades, procesos y herramientas donde se concreta su aplicación. Con la finalidad de comprender el grado de aplicación y la valoración de éstas, se define una encuesta realizada a personas involucradas en el proceso de desarrollo de software en la ciudad de Buenos Aires. Los resultados muestran que existe una mayor valoración y aplicación de las actividades de validación con respecto a las de verificación y que existe una oportunidad de mejora en la gestión de la verificación y validación, y consecuentemente su eficiencia.

**Keywords:** Verificación, Validación, Testing.

### 1 Introducción

En el marco de la Ingeniería de software las actividades y procedimientos de verificación y validación de software (V&V) constituyen un proceso de control para asegurar el cumplimiento de la especificación del software y de las necesidades del usuario. Por V&V entendemos el proceso de determinar si los requerimientos de un sistema o componente son completos y correctos, si los productos de cada fase del proceso de desarrollo satisface los requerimientos o restricciones impuestas en las fases anteriores y el sistema final o componente satisface los requerimientos. No solo es importante comprobar que estamos construyendo el sistema correctamente, sino también es necesario asegurarse que el sistema a construir es el esperado por el usuario [1].

Si bien hay consenso sobre la importancia de estas actividades y procedimientos existen diferencias en el modo en el que se están aplicando. Por ejemplo, una encuesta realizada a once empresas suecas, diferencian la forma en que se aplican estas actividades en empresas grandes o pequeñas. En las empresas grandes destacan que hay énfasis en la documentación de los procesos de V&V y el uso de herramientas comerciales. En las pequeñas, los procesos dependen de las personas que son responsables de la V&V y usan herramientas desarrolladas por las mismas empresas [2].

Otro trabajo que, explora el estado de la práctica de revisión de software en la industria de software en Alemania, evidencia que las empresas que tienen procesos de calidad implementados aplican revisiones más que las empresas que no los han incorporado. Al mismo tiempo evidencian que el aprovechamiento de estas actividades y procedimientos no es alto por la falta de atención que se les presta a los resultados de las revisiones [3]. En la misma línea otro artículo afirma que no se explota toda su potencialidad [4].

Además, los requerimientos de calidad de los productos de software, tanto en el mercado nacional como internacional han llevado al 72% de las empresas Argentinas a obtener alguna certificación de calidad [5]. Esta necesidad y las diferencias en el modo en que se están aplicando a nivel mundial las actividades y procedimiento de V&V y el nivel de inmadurez del conocimiento y la práctica [6,7], nos llevó a interesarnos por el grado de importancia y la forma en que se están aplicando en la industria de software en la ciudad de Buenos Aires. El objetivo de este estudio es descubrir oportunidades de mejora y de capacitación en temas relativos a la V&V. Por lo tanto nos planteamos las siguientes preguntas de investigación: ¿cuáles son las actividades, procedimientos y herramientas de V&V que son susceptibles de ser más aplicadas o más valoradas?

Con este motivo se utilizó una encuesta, previamente definida en la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil) [8]. Para su ejecución en la ciudad de Buenos Aires, se ha adaptado el texto del cuestionario al contexto del país, manteniendo las mismas variables y estructura de la encuesta. Lamentablemente, no fue posible aplicar los mismos criterios de análisis de datos, dado que la identificación de la empresa donde los participantes trabajan no fue un dato definido como obligatorio con la finalidad de respetar los acuerdos de confidencialidad de los participantes, aspecto que dificulta su comparación.

Los resultados de la encuesta permitieron reconocer, tanto para las empresas involucradas como para los investigadores, los aspectos de la V&V que son factibles de ser mejorados en su aplicación. También da a las empresas un marco para evaluar su grado de madurez en la aplicación de buenas prácticas de V&V, al compararse con otras empresas del mercado.

En este trabajo se describe el diseño de la encuesta y el modo en que se llevó a cabo. Posteriormente, se analizan los datos, se compara con los resultados de la encuesta realizada en Brasil y se realiza una discusión de los resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## **2 Diseño de la Encuesta**

### **2.1 Características generales de la encuesta.**

La encuesta recoge información sobre: a. el participante, b. la organización donde trabaja, c. los programas de calidad adoptados, d. la aplicabilidad y el grado de importancia de las actividades y procedimientos y herramienta de V&V. Los puntos c y d describen las características de la V&V de la empresa donde trabaja el participante.

Se usó una escala de 0 a 4 para la valoración de la aplicabilidad y el grado de importancia. Con respecto a la aplicabilidad se distinguen: no aplicable (necesita de mucho esfuerzo para su aplicación), uso no frecuente (usado pocas veces), uso habitual (usado en gran parte de los proyectos), uso estándar (usado en todos los proyectos). En cuanto al grado de importancia se definieron: no importante (no necesario), valor limitado (sería adecuado utilizarlo), valor significativo (práctica recomendada), valor estándar (debe ser una práctica estándar para todos).

No se agregó una instancia de “no sabe/no contesta” en la escala de valoración debido a que está diseñada para que el encuestado refleje la aplicabilidad y grado de importancia que se le dan a las actividades, procesos y herramientas de V&V en la empresa donde trabaja. Una respuesta “no sabe/no contesta” hubiera dificultado la interpretación de las respuestas, porque se puede interpretar como no aplicable o no importante.

Se definen como variables independientes: a. el conjunto de actividades y procedimientos relativos a la verificación de software extraído de la literatura, b. el conjunto de actividades y procedimientos relativos a la validación de software extraído de la literatura.

Se definen como variables dependientes: a. El conjunto de actividades y procedimientos relativos a la verificación y validación de software que no son aplicados por las organizaciones, b. el conjunto de actividades y procedimientos relativos a la verificación y validación de software que son aplicados por las organizaciones, c. el conjunto de actividades y procedimientos relativos a la verificación y validación de software que no son considerados importantes, bajo el punto de vista de los participantes, c. el conjunto de actividades y procedimientos relativos a la verificación y validación de software que son considerados importantes, bajo el punto de vista de los participantes.

Además, se define el “punto de inclusión” relativo a la aplicación o grado de importancia de una actividad o procedimiento, como el valor a partir del cual se puede considerar una actividad o procedimiento como “aplicado” o “importante”. El punto de inclusión de una actividad o procedimiento  $j$  con relación a su aplicabilidad es establecido como 60% del valor máximo a ser obtenido por una actividad o procedimiento estimado. El valor máximo a ser obtenido por un ítem es igual a la suma de los pesos para todos los  $i$  participantes ( $PT(i)$ ) multiplicado por 4 (valor máximo para la escala de aplicabilidad e importancia), que es el grado máximo definido para la evaluación. Por lo tanto tenemos:

$$PIAp(j) = 60\% \times \left( \sum_{i=0}^{NumPart} PT(i) \right) \times 4 \quad (1)$$

Siendo,  $PIAp(j)$  el punto de inclusión relativo a la aplicación/importancia de actividad o procedimiento  $j$  y  $PT(i)$  es el peso del participante  $i$ . El  $PT(i)$  se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$PT(i) = \frac{TA(i)}{MedianaTA} + \frac{QP(i)}{MedianaQP} + f(i) + g(i) + h(i) \quad (2)$$

Siendo,  $TA(i)$  es el tiempo de actuación en el área de desarrollo de software de un participante  $i$ ,  $MedianaTA$  es la mediana del tiempo de actuación, considerando el

tiempo de actuación de cada participante del estudio,  $QP(i)$  es la cantidad de proyectos que un participante  $i$  haya realizado y  $MedianaQP$  es la mediana de la cantidad de proyectos que un participante  $i$  haya realizado,  $f(i)$  es la formación académica en Informática y Sistemas,  $g(i)$  es el conocimiento del participante con relación a la verificación de software y  $h(i)$  es el conocimiento del participante con relación a la validación de software.

En la Fig.1 se muestra el glosario incorporado a la encuesta. En la Tabla 1 y 2 se describen las actividades, procesos y herramientas comprendidas en la verificación y validación que se incluyeron en la encuesta.

<p><b>Caso de test:</b> describe una condición particular que se probará. Se compone de los valores de la entrada y de un resultado esperado.</p> <p><b>Cobertura del test:</b> porcentaje de los elementos (módulos, ítems) del producto evaluado por el conjunto de los casos de test.</p> <p><b>Inspección:</b> método de revisión que se puede aplicar a todos los artefactos y proceso del software y que tiene un proceso riguroso y bien definido para la detención de los defectos.</p> <p><b>Método de revisión:</b> es el mecanismo usado por un revisor para la detención de defectos en los artefactos del proceso del desarrollo. Los ejemplos de métodos de revisión son: ad hoc, checklist, técnica de lectura.</p> <p><b>Plan de testeo:</b> artefacto del proceso de la prueba que presenta el planeamiento para la ejecución de las pruebas, incluyendo la cobertura, la forma de encararlo, los recursos y el cronograma de las actividades de la prueba.</p> <p><b>Procedimiento del testeo:</b> una descripción de los pasos necesarios para ejecutar un caso de prueba o un grupo de casos de prueba.</p> <p><b>Revisión del software:</b> técnica para la evaluación de artefactos producidos a través del proceso del desarrollo del software con el objetivo de identificar posibles defectos existentes, contribuyendo para el aumento de la calidad del artefacto.</p> <p><b>Revisión por pares:</b> método de revisión de los artefactos en el cual un revisor se encarga de leer el artefacto, juntamente con el autor, en la tentativa de identificar los defectos posibles.</p> <p><b>Técnica de lectura:</b> método de revisión de artefactos que consiste en una serie de etapas, preparadas para el análisis individual de un artefacto que permite alcanzar la comprensión necesaria y guía a un revisor en la lectura de un tipo determinado de artefacto.</p> <p><b>Prueba de la aceptación del software:</b> tiene como objetivo acordar con el cliente si el sistema está de acuerdo con sus expectativas.</p> <p><b>Prueba de la integración del software:</b> tiene como objetivo verificar si los componentes o los módulos del sistema, juntos, trabaja como se describen en las especificaciones del sistema y del proyecto.</p> <p><b>Prueba de la regresión del software:</b> consiste en ejecutar nuevamente de las pruebas para garantizar que nuevos defectos no están introducidos en los módulos del software (modificado o no-modificado) después del desarrollo de una nueva versión del producto.</p> <p><b>Prueba del sistema:</b> tiene como objetivo evaluar un sistema integrando el hardware y el software para verificar si el sistema satisface sus requisitos especificados.</p> <p><b>Prueba unitaria del software:</b> tiene como objetivo explorar la menor unidad del producto, para identificar errores en la lógica y en la puesta en práctica de cada módulo, por separado</p> <p><b>Prueba del software:</b> actividad que consiste en el análisis dinámico del producto, o sea, su ejecución con el objetivo de verificar la presencia de defectos, para aumentar su confiabilidad.</p> <p><b>Testware:</b> cualquier documento o producto creado como parte del esfuerzo de prueba.</p> <p><b>Validación:</b> es un proceso de ayuda que tiene como objetivo a asegurar que el producto final corresponde a los requisitos del software (¿construyen el producto correcto?).</p> <p><b>Verificación:</b> es un proceso de ayuda que tiene como objetivo asegurar consistencia, completitud y corrección del producto en cada fase y entre las fases consecutivas del ciclo de la vida del software (¿construyen el producto correctamente?).</p> <p><b>Walkthrough:</b> método de Revisión que consiste en una reunión informal del equipo para comentar los defectos posibles identificados durante la lectura individual de los revisores.</p>
--

Fig. 1. Glosario usado por los participantes

**Table 1.** Descripción de las actividades, procesos y herramientas de verificación

<b>ID</b>	<b>Actividades</b>
A1	Realización de revisiones durante el desarrollo
A2	Revisión por pares durante el desarrollo
A3	Walkthrough durante el desarrollo
A4	Inspección durante el desarrollo
A5	Revisión de documentos de requisitos
A6	Revisión de documentos de análisis
A7	Revisión de documentos de proyecto
A8	Revisión de código
A9	Revisión de documentos de testing
A10	Definición de los roles de los participantes de una revisión
A11	Utilización de metodología para sistematizar y organizar revisiones
A12	Utilización de técnicas de lectura de documentos durante las revisiones
A13	Utilización de checklists durante las revisiones
A14	Realización de capacitación en revisión de software
A15	Aplicación de medición en las revisiones y utilización de los datos en proyectos futuros
A16	Documentación de las revisiones
<b>Procesos</b>	
P1	Documentación del plan de revisión
P2	Seguimiento y análisis de defectos identificados en las revisiones
P3	Identificación y análisis de riesgos para planear, organizar y ejecutar revisiones
P4	Monitoreo del cumplimiento de las actividades de revisión
P5	Documentación de los procedimientos y artefactos generados para la revisión
P6	Análisis de defectos identificados durante revisiones para descubrir sus causas y como fueron introducidos
<b>Herramientas</b>	
F1	Utilización de herramientas de apoyo para la gestión de los defectos identificados durante las revisiones
F2	Utilización de herramientas de apoyo en la conducción de las revisiones
F3	Utilización de herramientas de apoyo en la aplicación de técnicas de revisión

**Table 2.** Descripción de las actividades, procedimientos y herramientas de validación

<b>ID</b>	<b>Actividades</b>
A1	Existencia de un responsable de la actividad de testeo (Gerente)
A2	Documentación del Plan de Test describiendo objetivos
A3	Registro del tiempo destinado al test
A4	Medición y trazabilidad de los costos del testeo
A5	Registro de fallas y defectos
A6	Conservación del registro de los testeos realizados
A7	Realización de capacitación sobre testeo
A8	Existencia de un equipo específico para actividades de test
A9	Separación de las actividades de test del desarrollo
A10	Conservación de los datos para futura utilización
A11	Análisis regular de las fallas y defectos detectados
A12	Existencia de testadores dedicados full time para la realización de test de alto nivel (aplicación y sistema)
A13	Existencia de testadores dedicados full time para la realización de test de bajo nivel (Integración y unitario)

---

<b>A14</b>	Documentación de testeo
	<b>Procesos</b>
<b>P1</b>	Utilización de metodología o proceso para sistematizar y organizar test
<b>P2</b>	Trazabilidad y análisis de defectos identificados durante los test
<b>P3</b>	Identificación y análisis de riesgos para planificar, organizar y ejecutar test
<b>P4</b>	Desarrollo de test antes de la codificación
<b>P5</b>	Monitoreo del cumplimiento de los procesos de test
<b>P6</b>	Análisis y medición de la cobertura de test de requisitos
<b>P7</b>	Análisis y medición de la cobertura de test de proyectos
<b>P8</b>	Análisis y medición de la cobertura de test de código
<b>P9</b>	Re ejecución de los test del software que ha sido modificado
<b>P10</b>	Documentación de los procedimientos y casos de Test
<b>P11</b>	Análisis de defectos identificados durante los test para descubrir sus causas y como fueron introducidos
<b>P12</b>	Validación de los documentos de test en cuanto a su calidad
	<b>Herramientas</b>
<b>F1</b>	Utilización de herramientas para medir la cobertura en las fases de test (unidad, integración, sistema)
<b>F2</b>	Disponibilidad de un banco de datos de test para reutilización
<b>F3</b>	Utilización de herramientas generadoras de procedimientos de los casos de test
<b>F4</b>	Utilización de herramientas de gestión de test para rastrear y registrar los resultados de las ejecuciones de test
<b>F5</b>	Utilización de herramientas para estimar esfuerzo de test en el cronograma
<b>F6</b>	Utilización de herramientas de gestión de test para acompañar todas las actividades del proceso de test y los artefactos producidos

---

## 2.2 Desarrollo de la encuesta

Se invitaron a participar en este estudio a personas que trabajan en el desarrollo de software, en niveles gerenciales y operativos, relacionadas con las universidades involucradas en este trabajo. Para su ejecución se creó una encuesta on-line en un sitio en internet [9] y se los invitó a participar por medio de un e-mail. Este proceso comenzó en el mes de noviembre de 2013 y continuó hasta el mes de febrero del 2014, inclusive. La cantidad de encuestas respondidas en forma completa son 18.

## 3 Análisis de datos

### 3.1 Características de los participantes

La Fig. 2 muestra la distribución de los individuos que participaron en la encuesta, respecto de la posición o rol que cumplen en sus organizaciones. El 67% de los individuos tiene una posición en la cual debe tomar decisiones (Fig. 2) en relación a los procedimientos o actividades para V&V que se utilizan en sus organizaciones o proyectos. En menor proporción participaron Analistas y Programadores. Asimismo, se puede observar que el 100% de estos individuos tiene como mínimo formación universitaria (Fig. 3). La ausencia de nivel técnico se debe a que no se focalizó en este sector y del doctorado muestra una presencia similar a la que se encuentra en la industria del software en Argentina [5].

La Fig. 4 y 5 evidencian la experiencia de los individuos, medida en cantidad de proyectos de desarrollo de software ejecutados y en cantidad de años que han participado en el desarrollo de software. La muestra abarca todos los niveles de experiencia, pero el análisis de la mediana de cantidad de proyectos (18,33) y la mediana de años dedicados al desarrollo de software (13,33), nos llevan a caracterizar la población con un nivel medio-alto.

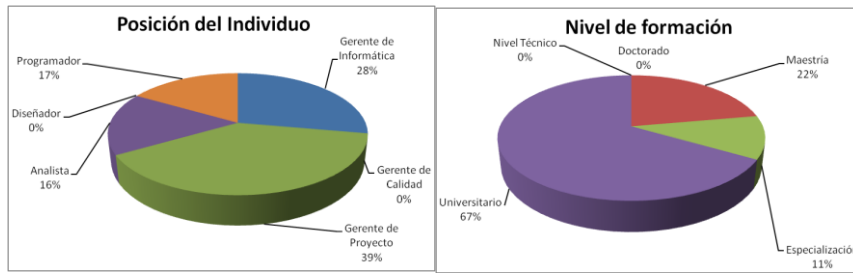


Fig. 2. Posición del individuo en su organización

Fig. 3. Nivel de formación del individuo

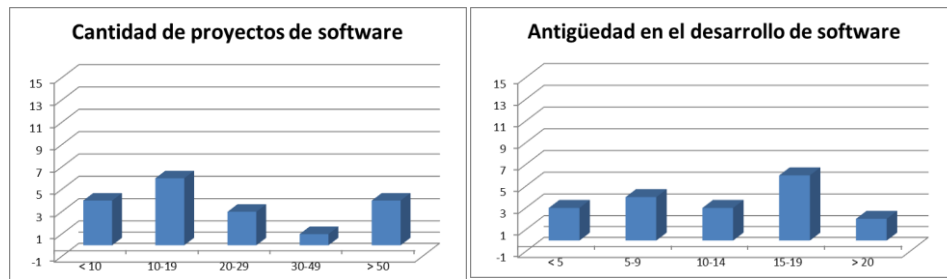


Fig. 4. Cantidad de proyectos de software desarrollados

Fig. 5. Cantidad de años en el desarrollo de software

Del mismo modo, se puede observar que el 94% de los participantes han contestado que tiene como mínimo una experiencia media sobre los procedimientos o actividades para V&V (Fig. 6).

### 3.2 Características de la organización donde trabajan

Se caracterizan las empresas considerando la cantidad de personas que trabajan en el área de desarrollo de software. Se puede observar que las 18 encuestas respondidas están distribuidas equitativamente en los tres grupos de empresas con un área de desarrollo de software (cfr. Fig. 7): a. <50 personas (6 encuestas), b. 50-99 personas (6 encuestas) y >100 personas (6 encuestas).

Se prioriza caracterizar el tamaño del área de desarrollo de software, al tamaño de la empresa, por tener en la encuesta un mayor impacto que el tamaño de la empresa

propiamente dicho. Empresas grandes o pequeñas pueden tercerizar parte o la totalidad del proceso de desarrollo de software.

Con respecto al tipo de cliente de las áreas de desarrollo de software, sólo siete respondieron que era interno (dentro de la misma organización), por lo que la mayoría desarrolla software para clientes públicos y privados. Además, sólo seis respondieron que su cliente está en el exterior del país.

En cuanto al dominio del producto desarrollado, la mayoría de las organizaciones desarrolla para administración y servicios, seis para la industria y sólo tres se dedican a educación y tres a entretenimientos. Además cinco desarrollan para otros dominios. Por lo que se deduce que en general las empresas desarrollan software para más de un dominio.

Quince de las empresas donde trabajan los encuestados son privadas y tres públicas. Se les preguntó a los encuestados el nombre de la empresa, pero se especificó la respuesta como “no obligatoria”, para evitar que la encuesta no sea respondida por afectar los compromisos de confidencialidad que tienen los empleados. De las 18 encuestas sólo nueve identificaron el nombre. Por este motivo no se conoce exactamente el número de empresas diferentes que participaron en la encuesta.

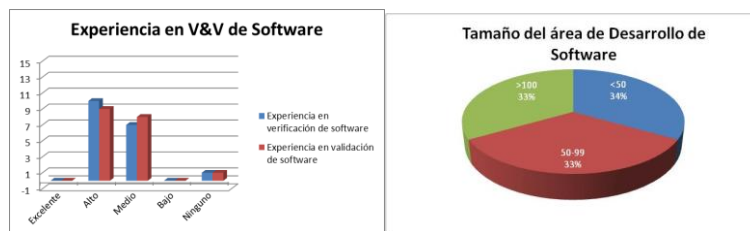


Fig. 6. Experiencia en V&V de Software

Fig. 7. Caracterización de las empresas

### 3.3 Métodos y programas de calidad adoptados por la organización

En la Fig. 8 se muestran los métodos de garantía de calidad usados en las empresas donde trabajan los participantes. Como se puede observar más del 70% de los individuos manifiestan que los métodos mayormente utilizados son: Test Unitario, Test de Integración, Test de sistema y Test de Aceptación.

Por otra parte, cuando se analizan las respuestas respecto de los Programas de Calidad (Fig. 9) se detecta que sólo el 56% de los individuos dicen utilizar las Normas ISO 9000 – Gestión de Calidad mientras que el 17% expresan estar comenzando a utilizar CMMI.

### 3.4 Actividades, procesos y herramientas de verificación aplicadas en la empresa donde trabajan los participantes

La Fig. 10 muestra el grado de aplicación de las actividades de verificación en las empresas donde trabajan los participantes. De un total de 16 actividades 10 son utilizadas. Las actividades más usadas son: a. revisión de documentos de requisitos, b.



revisión de documentos de análisis, c. revisión de documentos de proyecto. Las actividades que están por debajo de la línea horizontal (punto de inclusión) han sido utilizadas por menos de un 60% de los participantes, por lo tanto se consideran como “no aplicadas”. Estas son: a. revisión por pares durante el desarrollo, b. walkthrough durante el desarrollo, c. revisión de código, d. utilización de técnicas de lectura de documentos durante las revisiones, e. realización de capacitación en revisión de software, f. aplicación de medición en las revisiones y utilización de los datos en proyectos futuros.

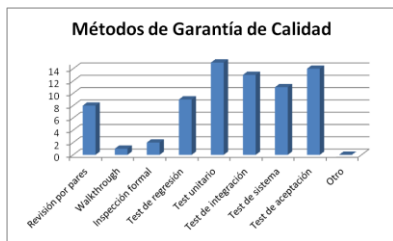


Fig. 8. Métodos de Garantía de Calidad

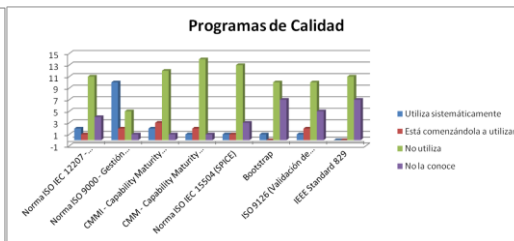


Fig. 9. Programas de Calidad

La Fig. 11 muestra la aplicación de los procesos de revisión. Del total de seis procesos cuatro de ellos son aplicados. El más aplicado es: seguimiento y análisis de defectos identificados en las revisiones. Los procesos no aplicados son: documentación del plan de revisión, b. identificación y análisis de riesgos para planear, organizar y ejecutar revisiones.

La Fig. 12 muestra las herramientas de apoyo a la revisión utilizadas. La más utilizada son las herramientas de apoyo para la gestión de los defectos identificados durante las revisiones. Las herramientas menos utilizadas son las de apoyo en la conducción de revisiones.

En cuanto a las razones por las que aplican o no la revisión del software, las dos razones principales para aplicar las actividades y procedimientos de revisión son: a. obtener garantía del producto, b. minimizar los costos de corrección de defectos. Las tres razones principales por las que no se aplican las actividades y procedimientos de revisión son: a. ausencia de cultura organizacional para la conducción de revisiones, b. indisponibilidad de recursos humanos, c. posibilidad de atraso en el cronograma del proyecto.

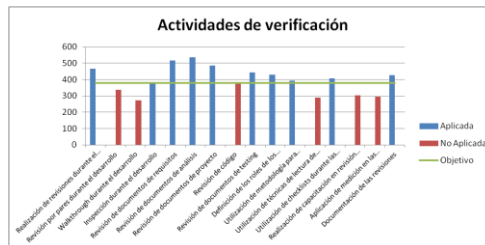


Fig. 10. Aplicación de las actividades de verificación

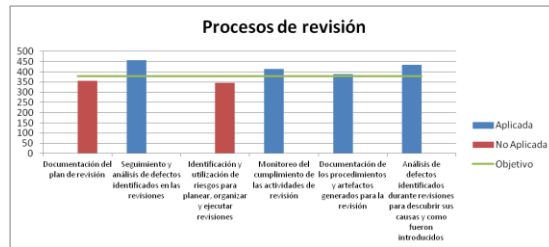


Fig. 11. Aplicación de los procesos de revisión

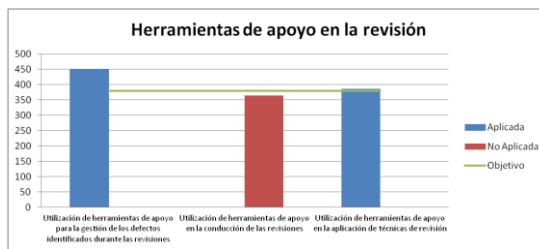


Fig. 12. Aplicación de las herramientas de apoyo en la revisión

### 3.5 Actividades, procesos y herramientas de validación aplicadas en la empresa donde trabajan los participantes

La fig. 13 muestra que la mayoría de las actividades de validación son aplicadas en las empresas. Solamente no son aplicadas: a. medición y trazabilidad de los costos de testeo, b. realización de capacitación sobre testeo. En forma similar, según se muestra en la fig. 14, la mayoría de los procesos de validación son usados en las empresas, la excepción son: a. identificación y utilización de riesgos para planificar, organizar y ejecutar test, b. desarrollo de test antes de la codificación, c. análisis y medición de la cobertura de test de código. Llama la atención que la mayoría de las herramientas de validación están por debajo del punto de inclusión (cfr. Fig. 15).

### 3.6 Importancia de la aplicación de las actividades, procesos y herramientas de validación aplicadas en la empresa donde trabajan los participantes

Del conjunto de las actividades, procesos y herramientas de verificación descritas en la Tabla 1 solamente dos actividades no se consideran importantes: a. walkthrough durante el desarrollo, b. utilización de técnicas de lectura de documentos durante las revisiones. Con respecto a las actividades, procesos y herramientas de validación descritas en la Tabla 2, todas se consideran importantes.

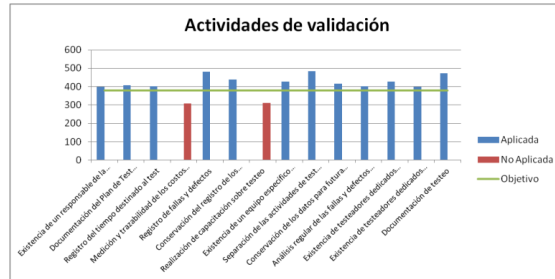


Fig. 13. Aplicación de las actividades de validación

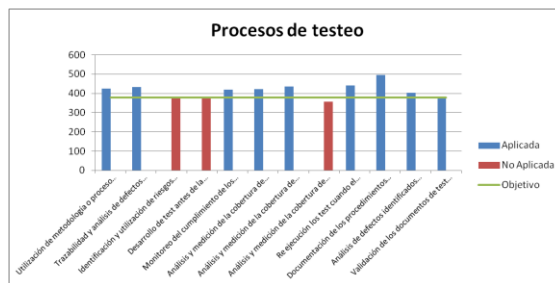


Fig. 14. Aplicación de los proceso de validación

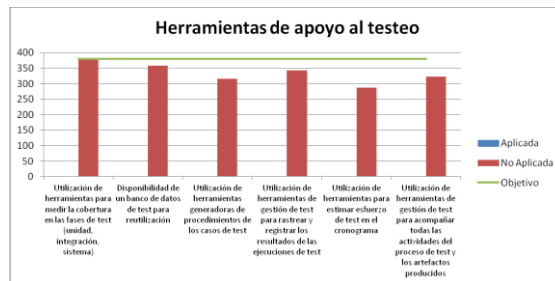


Fig. 15. Aplicación de las herramientas de apoyo a la validación

#### 4 Comparación con los resultados obtenidos en Brasil

En el año 2005 se realizó una encuesta similar a 13 organizaciones localizadas en un polo de desarrollo de software en Brasil [8], de las cuales 7 son pequeñas y 6 son grandes. En la encuesta participaron un total de 36 personas. Dado las características de la muestra no fue posible generalizar las conclusiones, solamente se pueden aplicar al contexto donde se desarrolló.

Solamente están publicados los resultados correspondientes a la validación, los cuales fueron obtenidos aplicando un procedimiento de análisis diferente, aspecto que dificulta su comparación. En concreto el punto de inclusión definido para la “importancia” es un valor mayor a 90.94% y para la “aplicabilidad” no usan la fórmula (1) sino que obtienen la moda por empresa y definen que se considera “aplicado” cuando “la suma de las cantidades de organizaciones que obtuvieran los valores 3 y 4 es mayor a la suma de las cantidades de organizaciones que obtuvieron los valores 0, 1 y 2”.

El nivel de detalle de los valores publicados nos permitió salvar la diferencia de criterio para la importancia, pero no para la aplicabilidad. En cuanto a la “importancia” de la aplicación de las actividades, procesos y herramientas podemos afirmar que se obtuvieron valores similares a los expresados en el punto 3.6: todas se consideran importantes si se tiene en cuenta el criterio definido en el punto 2.1.

Si bien en el estudio realizado en Brasil, no utilizaron el mismo criterio para valorar la “aplicabilidad”, es interesante comprobar que también en Brasil se consideran “no aplicadas” las mismas actividades, procesos y herramientas de validación identificadas como tales en la encuesta realizada en la ciudad de Buenos Aires.

También es interesante destacar que el artículo citado concluye que los resultados obtenidos motivan la investigación de la validación del software, especialmente en la definición de estrategias de apoyo al planeamiento, control, medición y análisis de pruebas y la construcción de herramientas automatizadas que apoyen esas actividades.

## 5 Discusión

La cantidad de encuestas respondidas en su totalidad (18), la localización geográfica de las empresas en su mayoría en la ciudad de Buenos Aires (16) y la imposibilidad de realizar una selección al azar, no permite generalizar los resultados para la ciudad de Buenos Aires ni para la Argentina. Al mismo tiempo pensamos que la muestra es interesante dado que existe variedad en cuanto al tamaño de las áreas de desarrollo de software involucradas, los roles de las personas en las empresas que trabajan y la formación de estas.

También nos preguntamos si la muestra es un conjunto representativo de la realidad argentina. Basamos la respuesta en un informe de la Cámara de Empresas Software & Servicios Informáticos de la República Argentina (CESSI) [5]. Considerando el nivel de formación de los participantes podemos decir que representan un conjunto medio-alto de capacitación dentro del marco de la República Argentina, dado que, la CESSI [5] reporta los siguientes datos sobre la población de personas que trabajan en el sector Informático: nivel técnico y/o no universitario 25%, 72% universitario, 2% otros posgrados y 1% doctorados. Es evidente la vinculación de los participantes con las universidades involucradas en este estudio.

Con respecto a los programas de calidad, los resultados porcentuales con respecto a cuáles son los programas de calidad más utilizados se aproximan a los valores publicados por la CESSI: 69% 9001, 13% 9003, CMM 9%. Como dice el informe anteriormente citado: “Esta elevada proporción no es de extrañar siendo que las certifica-

ciones de calidad son uno de los requisitos para entrar dentro del régimen de promoción de la Ley de Software (el 53% de las empresas relevadas percibe beneficios por el régimen)” [5].

El 77% de las empresas que constituyen la CESSI están localizadas geográficamente en la ciudad de Buenos Aires, porcentaje cercano al 88% de la muestra.

Otro dato interesante que reporta la CESSI en su informe es que, el porcentaje de las empresas que destinaron a mejorar la calidad del desarrollo de software orientando su inversión en I+D+i durante el primer semestre de 2013 (como proporción del total de empresas que invirtieron), es del 55%. Contrastando este valor con: 78% en desarrollo de nuevos productos, 43% en la mejora de la productividad y 40% desarrollo de nuevos servicios. Datos que manifiestan el interés por mejorar la calidad de sus productos para ser competitivos en el mercado mundial, considerando que: EE.UU es el origen de la mayor parte de los ingresos desde el exterior, generados desde el exterior de acuerdo a su participación en el total durante los últimos 2 años, con un 52,9% del total, y muy por detrás, con valores de entre el 8,6% y el 4%, le siguen varios países latinoamericanos y Europa (excluyendo España).

Los datos estadísticos de la CESSI nos permiten afirmar que el nivel de formación de los participantes y de adopción de un programa de calidad, junto con la distribución geográfica son similares a los reportados para la Argentina. También es interesante comprobar el interés que existe en Argentina de mejorar la calidad de sus productos, aspecto que el presente artículo espera colaborar evidenciando un posible modo de lograrlo.

Por lo tanto, el conjunto de encuestas realizadas no representan toda la variedad de empresas de software de la Argentina, ni todos los dominios abordados por dichas empresas [5], pero al mismo tiempo la información sobre la aplicación y valoración de las actividades, procedimientos y herramientas de V&V es valiosa.

Con respecto a la ejecución de la encuesta, un aspecto que dificultó su realización fue la extensión de la misma, aspecto que se intentó simplificar desarrollando una encuesta on-line en un sitio de internet. En cuanto a la toma de datos, el hecho de que la identificación de la empresa no fuera obligatoria, impide aplicar el mismo criterio de análisis de los datos utilizados en el estudio realizado previamente en Brasil [8] y realizar una comparación más profunda con dicho artículo.

Se definió el punto de inclusión para considerar el grado de aplicación o importancia de las actividades, procedimientos y herramientas en un 60% porque se entiende que este porcentaje de aceptación manifiesta que ha sido aceptada por la mayoría de los encuestados. Al mismo tiempo un porcentaje mayor no se consideró adecuado porque no todas las actividades, procedimientos y herramientas es posible o conveniente usarlas, habitualmente en la selección se busca un balance adecuado entre características del producto, parámetros de calidad definidos y costos.

En cuanto a las actividades, procesos y herramientas relativas a la verificación, se evidencia un menor nivel de aplicación y valoración que las de validación. Es posible mejorar la planificación, organización, administración, conducción y la evaluación del riesgo. Conclusión que está dentro de la tendencia internacional [10] que pone en evidencia la necesidad de mejorar las actividades de dirección y control del desarrollo de software, propio de un nivel gerencial. Esto está en consonancia con los motivos

por los cuales no se aplican las actividades, procesos y herramientas de revisión: falta de cultura organizacional e indisponibilidad de recursos, dos aspectos que están dentro del ámbito de responsabilidad de los niveles gerenciales.

En cuanto a las actividades, procesos y herramientas de validación, destacamos que es posible mejorar aspectos que hacen a la dirección de las tareas de validación, punto que también se puntualizó para las revisiones, puntualmente prácticas de medición y trazabilidad de costos, identificación y administración de riesgo, planificación, organización y ejecución del test. En cuanto a las herramientas de las seis analizadas, tres de ellas son de apoyo a la dirección, y están por debajo del punto de inclusión.

Además, con respecto a los procesos de validación destacamos que existen dos que son menos aplicados: desarrollo de test antes de la codificación y análisis y medición de la cobertura de test de código. Con respecto al primero es posible que esté afectando el proceso de desarrollo que se está aplicando. Por ejemplo, en el contexto de los métodos ágiles esto es (o debería ser) una práctica habitual. En cuanto al análisis y medición de la cobertura se entiende que no se debe a falta de herramientas, sino al tipo de aplicaciones que más se desarrollan en Argentina, suelen no tener una criticidad alta [5].

En cuanto al análisis del grado de importancia de las actividades, procesos y herramientas de V&V, se le da una mayor importancia a las actividades de validación que a la revisión, coincidiendo con un mayor grado de aplicabilidad de la primera con respecto a la segunda. Al mismo tiempo los resultados de la encuesta manifiestan una visión madura, donde se reconoce la oportunidad de crecimiento que existe en estos aspectos.

## 6 Conclusiones

La encuesta realizada en la ciudad de Buenos Aires nos permite comprender el grado de aplicabilidad y valoración de las actividades, procesos y herramientas de V&V, aspecto que está alineado con la tendencia que existe en el país de mejorar la calidad de los productos de software desarrollados en Argentina. Si bien la cantidad de respuestas no permite generalizar los resultados, tanto con respecto a Buenos Aires, a todo el país y para todo tipo de empresas, entendemos que es una información valiosa.

Evidencia un mayor nivel de aplicación y valoración de las actividades procesos y herramientas de validación con respecto a las de verificación. Pero tanto para la verificación como para la validación los resultados muestran que es posible mejorar las actividades, procesos y herramientas que hacen a la gestión. Por lo tanto, proponemos como aspectos que podrían impactar positivamente en el aumento de la calidad de un producto de software desarrollado en la Argentina, la mejora de la gestión de las actividades, procesos y herramientas de V&V. La mejora en la gestión debería impactar positivamente en la eficiencia de las actividades, procesos y herramientas de V&V.

También este estudio, al igual que el realizado en Brasil, motiva al ámbito académico a realizar investigación y desarrollo de herramientas de apoyo a estos temas.

Se espera que la publicación de los resultados sirva como medio para realizar un análisis del grado de la aplicación e importancia de las actividades, procesos y herramientas de V&V de una empresa en particular, usando como base de comparación lo expuesto en este artículo. También se estima interesar a un mayor número de personas de diferentes regiones de la Argentina de tal forma que motive su participación.

**Agradecimientos.** El presente proyecto se ha realizado con el apoyo de la Universidad Austral, la Universidad Argentina de la Empresa y la Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### Referencias

1. IEEE Std 610.12-1009: IEEE standard glossary of software engineering terminology (1990)
2. Andersson, C., Runeson, P.: Verification and validation in industry—a qualitative survey on the state of practice. In Proceedings of IEEE International Symposium of Empirical Software Engineering, pp. 37-47, (2002)
3. Laitenberger, O., Vegas, S., Ciolkowski, M.: The State of the Practice of Review and Inspection Technologies in Germany. Report Visek 011/E, (2002)
4. Rombach, D., Ciolkowski, M., Jeffery, R., Laitenberger, O., McGarry, F., Shull, F.: Impact of research on practice in the field of inspections, reviews and walkthroughs: learning from successful industrial uses. SIGSOFT Softw. Eng. Notes 33, 6, pp. 26—35, (2008)
5. CESSI, Reporte semestral sobre el Sector de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina, marzo 2014, <http://www.cessi.org.ar/opssi>
6. Bertolino, A.:The (im) maturity level of software testing. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 29(5), 1-4, (2004)
7. Myers, G. J., Sandler, C., & Badgett, T.: The art of software testing. John Wiley & Sons (2011).
8. Cruz Natali, A., Dias Neto, A., Horta Travassos, G., Cavalcanti da Rocha, A.: Verificação e Validação de Software: um Survey sobre o Estado da Prática nas Organizações de Desenvolvimento de Software. In: V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS’2006, 27-41, (2006)
9. <http://www.e-encuesta.com/>
10. Charette, R.: Why software fails. IEEE Spectrum, vol. 42, n. 9, (2005)