



## Anales de las 40JAIIO

### Anales de las 40JAIIO Jornadas Argentinas de Informática

ISSN 1850-2776

Desde 1961 se realizan las JAIIOs, Jornadas Argentinas de Informática, organizada por la SADIO, donde en sesiones paralelas se presentan trabajos que se publican en Anales, se discuten resultados de investigaciones y actividades sobre diferentes tópicos, desarrollándose también conferencias y reuniones con la asistencia de profesionales argentinos y extranjeros.

Las JAIIOs se organizan como un conjunto de simposios separados, cada uno dedicado a un tema específico, de uno o dos días de duración, de tal forma de permitir la interacción de sus participantes.

Las 40JAIIO son co-organizadas por SADIO y la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, sede del evento del 29 de Agosto al 2 de Septiembre de 2011.

Estos son los anales de las 40JAIIO. En ellos encontrará versiones digitales de cada uno de los trabajos publicados, en los 14 simposios y el concurso de trabajos estudiantiles de la edición 2011.

Anales de las 40JAIIO - ISSN 1850-2776

Editores: Alvaro Ruiz de Mendarozqueta, Marcelo Martin Marciszack, Mario A. Groppo

SADIO Sociedad Argentina de Informática.

Uruguay 252 2° "D" (C1015ABF) - Ciudad de Buenos Aires

Tel: 4371-5755 Tel/Fax: 4372-3950 E-mail: [informacion@sadio.org.ar](mailto:informacion@sadio.org.ar) Web: [www.sadio.org.ar](http://www.sadio.org.ar)



Community Master: Mario A. Groppo - [mgroppo@40jaiio.org.ar](mailto:mgroppo@40jaiio.org.ar)



Inicio

## Proceedings of ASSE 2011

### Proceedings of ASSE 2011 Argentine Symposium on Software Engineering

ISSN: 1850-2792

The 12th Argentine Symposium on Software Engineering (ASSE 2011) will bring together researchers, developers, and practitioners to discuss new ideas, problems and experiences in the field of Software Engineering. ASSE 2011 will be part of the 40th Argentine Conference on Informatics (JAIIO 2011) and will be held during 1st – 2nd September 2011, in Córdoba, Argentina, at the Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba. ASSE 2011 seeks original works in the wide spectrum of Software Engineering, from academic research to industrial and business applications with significant impact and lessons learned from application development. The symposium will feature invited talks, paper sessions, and panels presenting both mature work and new ideas in research and applications.

#### CHAIRS

Pablo Michelis (INTEL, Argentina)

Silvio Gonnet (INGAR, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

#### MIEMBROS DEL COMITÉ

Aldo Vecchiatti (INGAR, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

Alejandro Bianchi (Liveware, Argentina)

Alejandro Zunino (ISISTAN, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Alvaro Ruiz de Mendarozqueta (Motorola Solutions, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba, Argentina)

Alvaro Soria (ISISTAN, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Andrés Díaz Pace (ISISTAN, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Andrés Flores Mir (GIISCo, Universidad Nacional del Comahue, Argentina)

Claudia Marcos (ISISTAN, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Claudia Pons (LIFIA, Universidad Nacional de La Plata, Argentina)

Daniel Riesco (Universidad Nacional de San Luis, Argentina)

Diego Rubio (Motorola Mobility, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba, Argentina)

Gabriela Arevalo (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina)

George Fernandez (Royal Melbourne Institute of Technology, Australia)

Horacio Leone (INGAR, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

José Carlos Maldonado (Universidade de São Paulo, Brasil)

José Palazzo Moreira de Oliveira (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil)

Luca Cernuzzi (Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay)

Luciana Ballejos (Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

Luis Olsina (Universidad Nacional de La Pampa, Argentina)

Marcello Visconti (Universidad Técnica Federico Santa María, Chile)

María Cecilia Bastarrica (Universidad de Chile, Chile)

María Luciana Roldán (Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

María Paula González (Universidad Nacional del Sur, Argentina)

Pablo Passera (INTEL, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina)

Pablo Villarreal (Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

Pedro Colla (EDS, Argentina)

Pedro R. D'Argenio (FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina)

Raul Ruggia (Universidad de la República, Uruguay)

Santiago Ceria (Hexacta y Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina)

Sebastián Uchitel (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

Silvia T. Acuña (Universidad Autónoma de Madrid, España)

Victor Braberman (Universidad de Buenos Aires, Argentina)

## REVISORES ADICIONALES

Alejandro Rago (ISISTAN, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Gabriela Perez (LIFIA, Universidad Nacional de La Plata, Argentina)

Gisela Decuzzi (Universidad Tecnológica Nacional, Argentina)

Guillermo Covella (Universidad Nacional de La Pampa, Argentina)

Guillermo Polito (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina)

Hernán Molina (Universidad Nacional de La Pampa, Argentina)

Lorena Baigorria (Universidad Nacional de San Luis, Argentina)

María Celeste Carignano (Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

Mario Gabriel Peralta (Universidad Nacional de San Luis, Argentina)

Nicolás Paez (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina)

Nicolás Passerini (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina)

Pablo Tesone (Universidad Tecnológica Nacional, Argentina)

Pablo Tobia (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina)

Verónica Bogado (INGAR, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Argentina)

---

Community Master: Mario A. Groppo - [mgroppo@40jaiio.org.ar](mailto:mgroppo@40jaiio.org.ar)



Inicio

## Contributions to ASSE 2011

Proceedings of ASSE 2011  
Argentine Symposium on Software Engineering

ISSN: 1850-2792

[Avoiding WSDL Bad Practices in Code-First Web Services](#) - José Luis Ordiales Coscia, Cristian Mateos, Marco Crasso, Alejandro Zunino - ISISTAN Research Institute. UNICEN University. Campus Universitario, Tandil, Buenos Aires, Argentina, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - (1 - 12)

[Abstracción y Conceptualización: Un Enfoque Cognitivo](#) - Manuel Imaz - BlendMind, Madrid. España - (13 - 24)

[Taking ArchSync to the Real World: An Analysis of Three Case-Studies](#) - J. Andres Diaz-Pace, Alvaro Soria Guillermo Rodriguez, Marcelo R. Campo - ISISTAN Research Institute, UNICEN University Campus Universitario, Tandil, Buenos Aires, Argentina, CONICET-Argentina - (25 - 36)

[Boas Práticas para o Desenvolvimento de Programas Interativos para TV Digital](#) - Mariana Meirelles de Mello Lula, Ana Paula Nunes Guimarães, Guido Lemos de Souza Filho, Tatiana Aires Tavares - Departamento de Informática, UFPB, João Pessoa, PB, Brasil. - (37 - 48)

[Evaluation of Software Development Investments: a Real Options Approach](#) - Marisa Analía Sánchez, Gastón Silverio Milanés - Dpto. de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca, Argentina - (49 - 60)

[Simulación de un Enfoque Integrado de Procesamiento de Flujos Aplicado a un Escenario de Pacientes](#) - Mario Diván, Luis Olsina, Silvia Gordillo - Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, UNLPam, Santa Rosa, La Pampa, Argentina, Facultad de Ingeniería, UNLPam, General Pico, La Pampa, Argentina, Facultad Regional Córdoba, UTN, Córdoba, Argentina, LIFIA, Facultad de Informática, UNLP, La Plata, Buenos Aires, Argentina - (61 - 72)

[Refactorización Orientada a Aspectos de Aplicaciones Empresariales](#) - Guillermo Zunino, Santiago Vidal, Claudia Marcos - ISISTAN Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Tandil, Buenos Aires, Argentina. CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina, CIC (Comisión de Investigaciones Científicas), Argentina - (73 - 84)

[Visual Scenarios for addressing the Aspect Interference Problem](#) - Fernando Asteasuain, Victor Braberman - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires - (85 - 96)

[Experiências do uso da técnica Análise de Pontos de Testes e uma ferramenta de apoio](#) - Anybal Rocha, Priscila Souza, Carlos Henrique da Silva Diniz, Marcelo Werneck Barbosa - Instituto de Informática – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas, Belo Horizonte, MG, Brazil - (97 - 107)

[AO-WAD: A Supporting Tool to Aspect-Oriented Web Accessibility Design](#) - Rafaela Mazalu, Fabián Huenuman, Adriana Martin, Alejandra Cechich - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Neuquén, Argentina, GIISCO, Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina, Unidad Académica Caleta Olivia, Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Caleta Olivia, Santa Cruz, Argentina - (108 - 119)

[Análisis Comparativo de Estrategias Integradas de Medición y Evaluación](#) - María Fernanda Papa, Luis Olsina - GIDIS\_Web, Facultad de Ingeniería, UNLPam, General Pico, LP, Argentina - (120 - 131)

[The Language Extended Lexicon, Revisited](#) - Ricardo Wehbe - INTEC – UADE - (132 - 143)

[Revisión sistemática sobre el aseguramiento de la calidad de requisitos](#) - Marcela Genero, Mario Piattini, Ana M. Fernández-Sáez - Grupo Alarcos, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España, Alarcos Quality Center, Ciudad Real, España - (144 - 155)

[Towards Lightweight Dynamic Adaptation, A Framework and its Evaluation](#) - Leonardo M. Rocha, Sagar Sen, Sabine Moisan, Jean-Paul Rigault - INRIA, Sophia-Antipolis, France - (156 - 167)

[Generación Automática de Casos de Prueba a partir de Casos de Uso: Una Propuesta Basada en MDD/MDT](#) - Natalia Correa, Roxana Giandini - LIFIA- Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina - (168 - 179)

[El Modelo de Evaluación del proyecto MyFEPS](#) - Amos Sorgen, Paula Angeleri - Facultad de Tecnología Informática, Universidad de Belgrano, Ciudad Autonoma de Buenos Aires, Argentina - (180 - 191)

[Can quality-attribute requirements be identified from early aspects? QAMiner: a preliminary approach to quality-attribute mining](#) - Alejandro Rago, Claudia Marcos, Andrés Diaz-Pace - ISISTAN Research Institute, UNICEN University, Tandil, Bs. As., Argentina, CONICET, National Council for Scientific and Technical Research, Bs. As., Argentina, CIC, Committee for Scientific Research, La Plata, Argentina - (192 - 203)

[Practical Assessment Scheme to Service Selection for SOC-based Applications](#) - Martín Garriga, Andres Flores, Alejandra Cechich, Alejandro Zunino - GIISCo Research Group, Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina, ISISTAN Research Institute, UNICEN, Tandil, Argentina, CONICET (National Scientific and Technical Research Council), Argentina - (204 - 215)

[Exadat: Análisis de Variabilidad en Persistencia de Productos de Software](#) - Nicolas Bortolotti, Silvio Gonnet, Horacio Leone - INGAR-CIDISI, Universidad Tecnológica Nacional, CONICET, Santa Fe, Argentina, Facultad Regional San Francisco, UTN - (216 - 227)

[Managing Scalability, Availability, and Performance Requirements for Cloud Services](#) - Rodolfo Kohn - Intel Corporation, ASDC, Cordoba, Argentina - (228 - 239)

[Implementación de un modelo de validación para la definición y mantenimiento de procesos de desarrollo de software](#) - Claudio Javier Gonzalez, María Paula Izaurralde, Gonzalo Garcia Favre, Diego Cohen, Alvaro Ruiz de Mendarozqueta - Laboratorio de Investigación en Ingeniería y Calidad de Software, Departamento de Ing. en Sistemas de Información, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina - (240 - 250)

---

Community Master: Mario A. Groppo - [mgroppo@40jaiio.org.ar](mailto:mgroppo@40jaiio.org.ar)

# Revisión sistemática sobre el aseguramiento de la calidad de requisitos

Marcela Genero<sup>1</sup>, Mario Piattini<sup>1</sup>, Ana M. Fernández-Sáez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo Alarcos, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real, España  
{marcela.genero;mario.piattini}@uclm.es

<sup>2</sup>Alarcos Quality Center, Ciudad Real, España  
[ana.fernandez@alarcosqualitycenter.com](mailto:ana.fernandez@alarcosqualitycenter.com)

**Resumen.** La especificación de requisitos es un artefacto software crucial en el desarrollo de software y su calidad puede tener gran influencia sobre el producto software finalmente implementado, y más aún en un entorno de desarrollo global de software (DGS). Por ello es sumamente importante evaluar/asegurar la calidad de las especificaciones de requisitos. El objetivo de este informe es presentar una revisión sistemática de la literatura (RSL) con el fin de conocer las propuestas existentes sobre como evaluar y/o asegurar la calidad de los requisitos de productos software. La búsqueda de artículos se ha hecho en el periodo comprendido entre el 01/01/1990 y el 30/09/2010 en tres fuentes de búsquedas electrónicas (SCOPUS, ACM y Science Direct). Se han obtenido 67 estudios primarios, clasificado según las siguientes dimensiones: tipo de propuesta, característica de calidad, tipo de artefacto, tipo de software, método de validación, tipo de soporte. Como conclusión podemos decir que si bien todas las propuestas coinciden en la necesidad imperiosa de obtener especificaciones software de calidad debido a que tienen gran impacto económico y en la calidad de los productos software, no existen técnicas de evaluación/aseguramiento de la calidad de los requisitos ampliamente difundidas en la industria, y menos aún en entornos de DGS. Para contribuir a subsanar esta carencia creemos conveniente la utilización métodos empíricos que permitan validar la efectividad de las técnicas propuestas en entornos industriales. Lo que sí parece estar más claro es cuales son las características de calidad más relevantes, ellas son: completitud, consistencia, validación, corrección, no-ambigüedad y entendibilidad.

**Palabras claves:** Especificación de requisitos, calidad, revisión sistemática

## 1 Introducción

Una rigurosa Ingeniería de Requisitos (IR) [1] se considera fundamental para un desarrollo eficaz de software de calidad. Las especificaciones de requisitos software constituyen la base de los proyectos de desarrollo de software y por ello la calidad del software desarrollado depende de la calidad de los requisitos en sí.

Los defectos en los requisitos son los más caros de arreglar cuando se encuentran durante el proceso de desarrollo, pero los más baratos de arreglar durante las primeras etapas del desarrollo [2]. [3] afirmó la posibilidad de ahorrar hasta 100:1 si los problemas de requisitos se encuentran pronto en el ciclo de vida.

Por ello la evaluación/aseguramiento de la calidad de los requisitos es considerada una actividad sumamente necesaria en la IR. Evaluar/asegurar la calidad de las especificaciones no sólo permitirá mejorar la calidad de los productos software, sino también contribuirá a mejorar los costes del proceso de desarrollo de software [4,5].

La evaluación/aseguramiento de la calidad de los requisitos incluye dos partes: la validación y la verificación. Aunque esas actividades son conceptualmente diferentes, en la práctica son casi inseparables. La mayoría de los fuentes la literatura de IR usan el término “validación” para denotar tanto la validación como la verificación, es decir todo el proceso de evaluación/aseguramiento de la calidad.

El principal objetivo de este documento es presentar una RSL sobre el estado actual de la calidad de los requisitos y analizar cómo puede generalizarse a un entorno de Desarrollo Global de Software (DGS), con el fin de definir un método de aseguramiento de la calidad para la IR en entornos de DGS. Por ello antes de comenzar a definir dicho método debíamos conocer el estado actual de la calidad requisitos en entornos tradicionales de desarrollo de software. Y para ello nos planteamos hacer una RSL [6, 7], que nos permita obtener la literatura existente de manera rigurosa tratando de cubrir el mayor número de artículos existentes.

Desde que Barbara Kitchenham propusiera un procedimiento para realizar RSL en una primera versión en el año 2004 [6] las RSLs cada vez más están teniendo relevancia como método de investigación, muestra de ello es que se ha publicado más de 20 RSLs en el ámbito de congresos y revistas relevante relacionados con la ingeniería del software 2004 y 2008 [8]. Además hay que resaltar que en todas las

ediciones del congreso ESEM (Empirical Software Engineering and Measurement Conference) se dedica una sesión especial sobre RSLs, en la que se tratan aspectos metodológicos de las mismas.

Dada la gran aceptación de este procedimiento para realizar RSL, se revisó el procedimiento original surgiendo un procedimiento mejorado publicado en [7]. Este procedimiento para realizar RSLs sugiere tener en cuenta las siguientes tres etapas: planificación, ejecución y reportación.

El resto del documento está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se presentan los trabajos relacionados, la Sección 3 presenta la planificación de la RSL y la Sección 4 presenta la ejecución. Los resultados obtenidos se presentan en la Sección 5. Finalmente la Sección 6 presenta las conclusiones obtenidas.

## 2 Trabajos relacionados

Según nuestro conocimiento existen dos RSL que pueden tener alguna relación con la que se presenta en este documento.

- [3] presentan una RSL sobre la efectividad de las técnicas de elicitación de requisitos y posteriormente fue actualizada en [9]. El objetivo principal de esta RSL es obtener evidencia empírica sobre la efectividad de las técnicas de elicitación de requisitos existentes.
- [10] es otra RSL cuyo objetivo es identificar y clasificar los errores en los requisitos software.

En ambos trabajos de investigación se resalta la importancia de la calidad de las especificaciones de requisitos y su relación directa con la calidad de los restantes artefactos software producidos a lo largo del ciclo de vida de un producto software. Aunque evidentemente dichas RSLs y la presentada en este documento persiguen objetivos diferentes y además comprenden diferentes periodos de búsqueda. La presente RSL abarca un periodo mayor cubriendo el periodo comprendido entre el 1/1/1990 y el 30/09/2010.

## 3 Planificación de la RSL

El objetivo de esta etapa es definir el protocolo de la revisión. Para ello se definirán el objetivo de la revisión, las preguntas de investigación que se pretenden responder con esta revisión, la cadena de búsqueda, las fuentes donde se realizarán las búsquedas. Los criterios de inclusión y exclusión de artículos y las dimensiones a utilizar para clasificar los estudios primarios obtenidos.

### 3.1 Objetivo y preguntas de investigación

Esta RSL se realiza con el objetivo de sintetizar la literatura existente sobre la evaluación/aseguramiento de la calidad de los requisitos. El conocimiento extraído de esta RSL será la base para la construcción de una metodología para el aseguramiento de la calidad de los requisitos en entornos globales.

Atendiendo a este objetivo nos planteamos las preguntas de investigación propuestas en la **Tabla 1.**

**Tabla 1.** Definición de las preguntas de investigación

<b>Id. Pregunta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>PI-1.</b>	¿Qué tipo de propuesta se propone?	<b>Tipo de propuesta:</b> método formal, método, lista de características, conocimiento, herramienta, otras
<b>PI-2.</b>	¿Qué características de calidad son consideradas?	<b>Característica de calidad:</b> consistencia, completitud, corrección, no-ambigüedad, trazabilidad, otras
<b>PI-3.</b>	¿Qué artefacto software se usa para especificar los requisitos?	<b>Tipo de artefacto:</b> lenguaje natural, especificación formal, casos de uso, general (cualquier tipo de especificación), otros
<b>PI-4.</b>	¿A qué tipo de software corresponde la especificación de requisitos?	<b>Tipo de software:</b> tiempo real, general, otros.
<b>PI-5.</b>	¿Cómo se ha validado la propuesta?	<b>Método de validación:</b> sólo propuesta, ejemplo, experimento, encuesta, caso de estudio, investigación en acción
<b>PI-6.</b>	¿Existe alguna herramienta que automatice la propuesta?	<b>Tipo de soporte:</b> manual, herramienta, mixto (parte manual y parte automática)

Para sintetizar la información contenida en cada uno de los estudios primarios seleccionados se definieron 6 dimensiones y los valores posibles que pueden tomar cada una de ellas (última columna de la **Tabla 1.**). Estas dimensiones servirán para clasificar los estudios primarios, como paso previo a la obtención de los resultados que permitirán responder a cada una de las preguntas de investigación planteadas en la **Tabla 1.** Además de las dimensiones definidas en la **Tabla 1.**, se consideró oportuno incluir otras dimensiones adicionales: año de publicación y tipo de publicación (conferencia (C), Workshop (W), revista (R)).

Tenemos que resaltar que algunos de los valores asociados con cada dimensión se han obtenido una vez leídos los estudios primarios obtenidos.

### 3.2 Cadena de búsqueda

Para formar la cadena de búsqueda consideramos como se muestra en la **Tabla 2.** una serie de palabras claves y sus respectivas palabras relacionadas.

**Tabla 2.** Definición de la cadena de búsqueda

Palabras clave	Palabras relacionadas
Requirement	“use case”, srs
Quality	metr*, measur*, verif*;valid*

Uniendo con AND las palabras claves y con OR las palabras relacionadas se obtuvo la siguiente cadena de búsqueda:

(requirement OR “use case” OR srs) AND (quality \* OR metr\* OR measur\* OR verify\* OR valid\*)

### 3.3 Fuentes de búsqueda

Las búsquedas se realizarán en las siguientes fuentes electrónicas en el período comprendido entre 01/01/1990 y 30/09/2010: SCOPUS en el área de *Computer Science*; ACM; y Science Direct.

### 3.4 Criterios de inclusión y exclusión

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos relacionados con la calidad de los requisitos utilizados para desarrollar productos software.
- Artículos en inglés.
- Artículos publicados en congresos, workshops y revistas.

Se consideraron los siguientes criterios de exclusión:

- Artículos sobre requisitos de calidad.
- Documentos que sean publicaciones de tutoriales.
- Libros y capítulos de libros.

## 4 Ejecución de la RSL

La obtención de los estudios primarios se realizará siguiendo el siguiente procedimiento:

Para cada fuente de búsqueda se realizaron los siguientes pasos:

1. Realizar la búsqueda según la cadena de búsqueda en el título (artículos encontrados), teniendo en cuenta las facilidades que proporciona cada fuente, para filtrar artículos.
2. En el resultado obtenido (artículos encontrados) decidir qué artículos incluir y excluir leyendo el título y el abstract (artículos restantes).
3. Obtener los estudios primarios leyendo el texto completo (estudios primarios).
4. Clasificar los estudios primarios según las dimensiones definidas **Tabla 1.**

En la **Tabla 3.** se muestra la distribución de los artículos encontrados en cada fuente al aplicar los tres primeros pasos del procedimiento de búsqueda detallados anteriormente.



**Tabla 3.** Distribución de artículos por fuente de búsqueda

Fuente de búsqueda	Artículos encontrados	Artículos restantes (después de leer el título y el abstract)	Estudios primarios (obtenidos después de leer el texto completo)	Porcentaje por fuente
SCOPUS	79	37	27	40%
ACM	159	68	40	60%
SCIENCE DIRECT	29	16	0	0%
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>121</b>	<b>67</b>	<b>100%</b>

En el paso 3 se han excluido artículos no sólo aplicando los criterios de inclusión y exclusión sino también artículos que se encontraban repetidos, es decir se habían encontrado en otra de las fuentes de búsqueda consultadas. Primero se realizó la búsqueda en SCOPUS luego en ACM y luego en Science Direct. De los artículos encontrados en Science Direct, no se consideró ninguno como estudio primario ya que todos los artículos ya se habían encontrado en SCOPUS.

Una vez identificados los 67 estudios primarios se clasificaron teniendo en cuenta las dimensiones mostradas en la **Tabla 1.** La lista de estudios primarios ordenada cronológicamente y su clasificación se encuentra en <http://alarcos.esi.uclm.es/SLR-CalidadRequisitos>

## 5 Reporte de resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos organizados por pregunta de investigación.

### 5.1 ¿Qué tipo de propuesta se propone? (PI-1)

En la **Tabla 4.** se muestra la distribución de estudios primarios considerando qué es lo que se propone en cada uno. En la categoría “conocimiento” hemos incluido aquellos artículos que muestran evidencia empírica de la aplicación de alguna propuesta para evaluar/asegurar la calidad de los requisitos. Evidencia recogida a través de experimentos, casos de estudios o investigación en acción.

Bajo la categoría “otras” consideramos artículos que proponen métodos no formales, frameworks, patrones de lenguajes, ontologías, herramientas: métodos (P2, P54, P64, P25, P52), framework (P41), patrones de lenguaje (P42), ontologías y reglas (P66), y herramientas (P25, P62).

La **Tabla 4.**, muestra que existe un mayor énfasis en la propuesta de métodos formales. Los métodos formales son muy diversos como se detalla a continuación: basados en redes de Petri, lenguaje B, lenguaje Z, el modelo formal y notación tabular SCR (Software Cost Reduction), lenguaje formal cualitativo, lenguaje de modelado composicional, lenguaje de representación funcional casual, RSML (Requirements State Machine Language), SPIN model checker, UCM (Use Case Maps language), SLTL (lógica temporal), CCSL (clock constraints language), CNL (controlled natural language), etc.

**Tabla 4.** Distribución por tipo de propuesta

Método formal	Conocimiento	Medidas / heurísticas	Características de calidad/listas de comprobación/modelo de calidad	Visualización	Simulación	Otras
33	8	5	5	4	7	9
46%	11%	7%	7%	6%	10%	13%

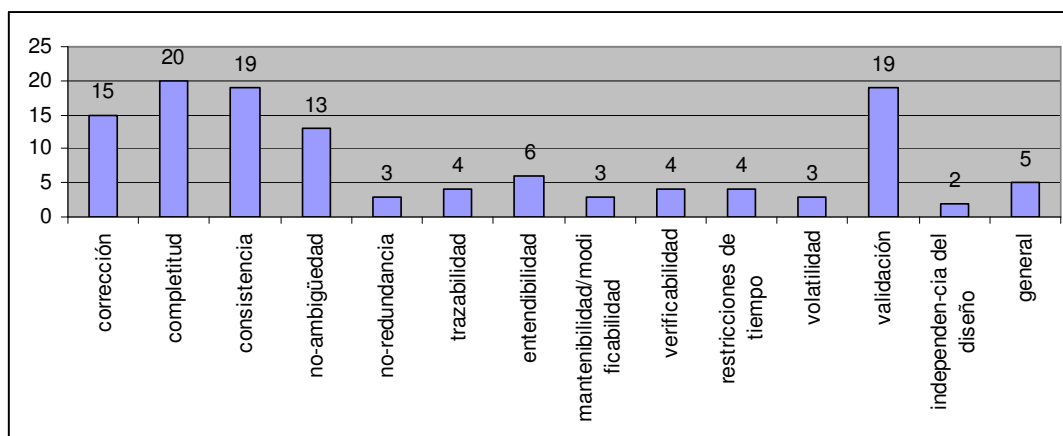
### 5.2 ¿Qué característica de calidad son consideradas? (PI-2)

En la **Tabla 5.** se muestra qué característica de calidad es considerada en cada uno de los 67 estudios primarios. Hemos considerado aquellas que se encuentran en al menos dos artículos. Como comentamos anteriormente la lista de los 67 estudios primarios se encuentra en <http://alarcos.esi.uclm.es/SLR-CalidadRequisitos>, numerados desde P1 hasta P67.

La **Fig. 1.** ilustra gráficamente el volumen de artículos que consideran cada característica de calidad, y como puede observarse las más consideradas en orden son las siguientes: completitud, consistencia, validación, corrección, no-ambigüedad y entendibilidad.

Bajo el nombre de “validación” hemos incluido aquellos artículos que no nombran ninguna característica de calidad en especial y simplemente dicen de manera genérica que se dedican a la “Certificación de que los requisitos son consistentes con las intenciones de los clientes y usuarios”.

Y bajo el nombre de “general” incluimos aquellos artículos que o bien hablaban de la calidad o de propiedades deseables en general.



**Fig. 1.** Distribución por característica de calidad

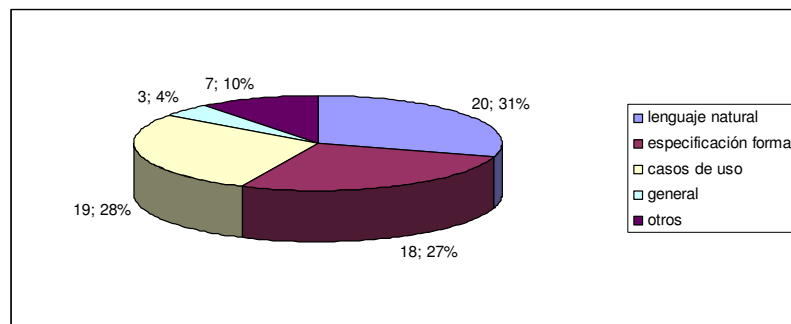
Tabla 5. Asociación de artículos con características de calidad

o	Corrección	Comple-titud	Consis-tencia	No ambi-güedad	No redun-dancia	Trazabi-lidad	Entendi-bilidad	Mantenibi-lidad/Modificabi-lidad	Verifica-bilidad	Restriccio-nes de tiempo	Volatili-dad	Validación	Independencia del diseño	General
P1	X	X	X	X			X	X						
P2		X	X	X										
P3														
P4														
P5	X	X	X	X		X	X	X	X				X	
P6										X				
P7														
P8		X				X					X			
P9												X		
P10	X		X											
P11				X										
P12														
P13	X													
P14												X		
P15												X		
P16		X												
P17	X	X												
P18													X	
P19	X													
P20													X	
P21														
P22	X	X	X											
P23		X	X											
P24														X
P25		X	X	X			X							
P26														X
P27												X		
P28		X		X		X								
P29		X	X											
P30			X											
P31		X		X										
P32		X		X			X						X	
P33												X		
P34														X
P35												X		
P36	X						X					X		
P37												X		
P38												X		
P39		X	X	X			X							
P40											X			
P41	X	X	X	X	X	X			X					
P42				X										
P43	X	X	X											
P44												X		
P45	X	X	X											
P46												X		
P47			X											
P48												X		

°	Corrección	Comple- titud	Consis- tencia	No ambi- güedad	No redun- dancia	Trazabi- lidad	Entendi- bilidad	Mantenibi- lidad/ Modificabi- lidad	Verifica- bilidad	Restriccio- nes de tiempo	Volatili- dad	Validación	Independencia del diseño	General
P49										X				
P50											X			
P51												X		
P52	X	X	X	X	X				X					
P53												X		
P54			X											
P55	X	X	X											
P56												X		
P57	X	X	X	X				X	X					
P58												X		
P59														X
P60										X				
P61														
P62			X											
P63												X		
P64														X
P65										X				
P66	X	X												
P67					X									
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>%</b>	<b>13%</b>	<b>17%</b>	<b>16%</b>	<b>11%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>16%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>

### 5.3 ¿Qué artefacto software se usa para especificar los requisitos? (PI-3)

Analizando la **Fig. 2.**, se puede ver que la técnica de especificación más utilizada sigue siendo el lenguaje natural, seguida por casos de uso y especificaciones que utilizan lenguajes formales. En la categoría de “general” se han incluido artículos que según sus autores sirven para cualquier tipo de especificación. Y en la categoría otros artículos que utilizan otras notaciones como escenarios, diagramas de clase, diagramas de secuencia, diagramas de actividad, diagramas de transición de estados, diseño de pantallas, modelos de navegación, etc.

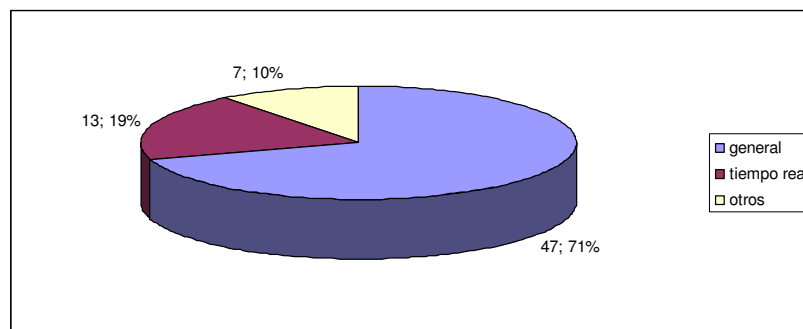


**Fig. 2.** Distribución por tipo de especificación

### 5.4 ¿A qué tipo de software corresponde la especificación de requisitos? (PI-4)

La

**Fig. 3.** muestra que la mayoría de las propuestas permiten evaluar/asegurar la calidad de requisitos especificados para cualquier tipo de software (categoría “general”). En la categoría “otros” se han incluido los siguientes tipos de software: web digitales, reactivos, de telecomunicación, distribuidos.



**Fig. 3.** Distribución por tipo de software

### 5.5 ¿Cómo se ha validado la propuesta? (PI-5)

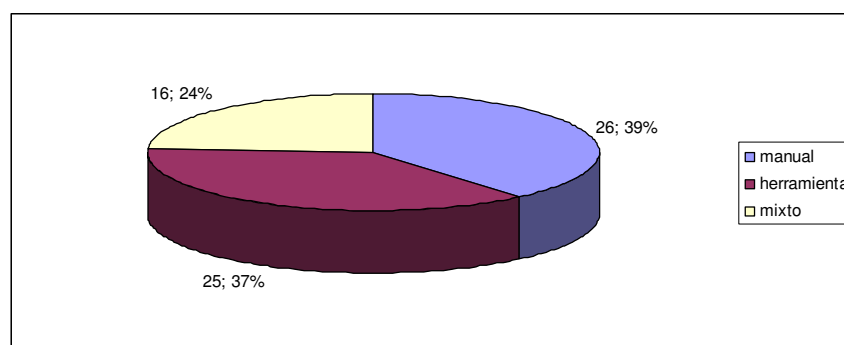
Como puede verse en la **Tabla 6**, la mayoría de los artículos solo se limitan a mostrar un ejemplo para ilustrar la viabilidad de la propuesta. Lo que demuestra que es sumamente necesaria la validación de las propuestas para recoger resultados empíricos sobre la efectividad de uso de las mismas y así tender a una mayor implicación industrial de las mismas.

**Tabla 6.** Distribución por método de validación

Experimento	Casos de estudio	Investigación en acción	Ejemplo	Solo propuesta
6	12	2	42	6
9%	18%	3%	61%	9%

### 5.6 ¿Existe alguna herramienta que automatice la propuesta? (PI-6)

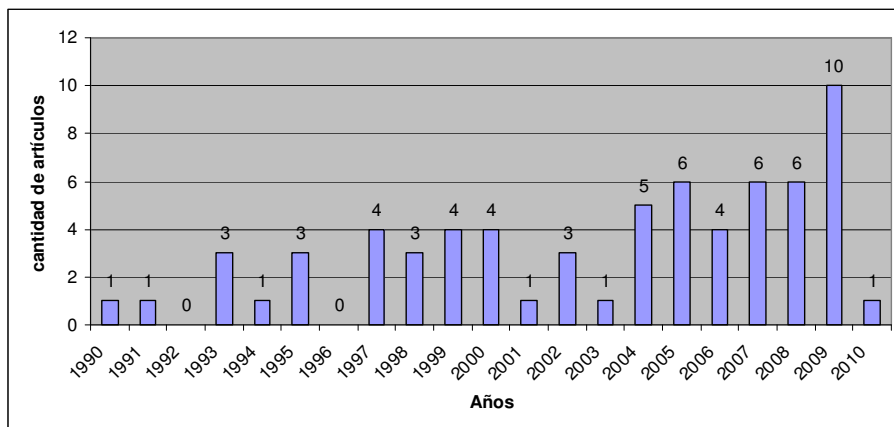
La mayoría de las propuestas que usan herramientas tienen que ver con el uso de métodos formales, visualización, simulación, o que transforman los requisitos en lenguaje natural a lenguajes formales (ver **Fig. 4**). Para evaluar la calidad de especificaciones en lenguaje natural se propone la herramienta QuARS (Quality Analyzer for Requirement Specifications) (P57). La mayoría de las propuestas de uso manual se refieren al uso de listas de comprobación y medidas.



**Fig. 4.** Distribución por tipo de soporte

### 5.7 Resultados adicionales

Para ver la evolución de las publicaciones relacionadas con la calidad de los requisitos se ha hecho un estudio por años (ver **Fig. 5**).

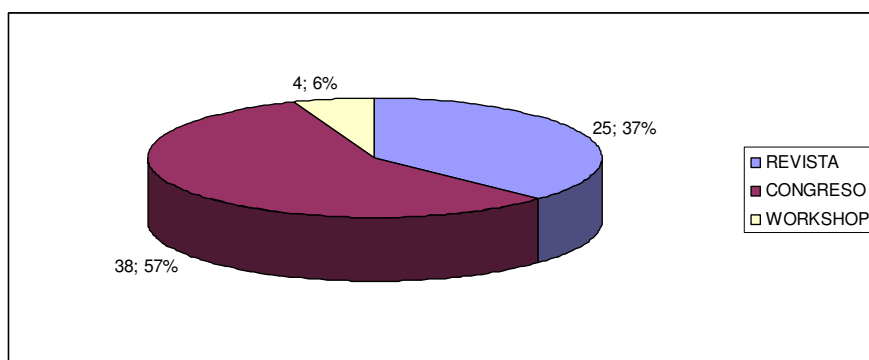


**Fig. 5.** Distribución por años

Analizando la **Fig. 5.**, se puede ver que desde el año 1990 se comenzaron a publicar artículos que presentan alguna propuesta para evaluar y/o asegurar la calidad de la especificación de los requisitos aunque el número de artículos es bajo hasta el año 2004. Desde 2004 hasta 2009 el número ha crecido considerablemente entre 5 y 10 artículos por año. Esto manifiesta que siempre se ha considerado el tema de la calidad de requisitos como relevante aunque a partir el año 2004 parece ser que los investigadores han puesto más énfasis en su estudio, especialmente en el año 2009, en el que se han publicado 10 artículos. En el año 2010 se encontró sólo un estudio primario debido a que la búsqueda no abarcó el año completo, la fecha límite de búsqueda es el 30/09/2010.

También se ha estudiado la distribución de artículos por tipo de publicación (ver

**Fig. 6.**). Esta figura demuestra que la distribución es homogénea en revistas y conferencias. A nuestro entender debería haber a partir de la actualidad una mayor tendencia a publicaciones en revista, ya que contribuiría a un paulatino avance en la madurez de la disciplina.



**Fig. 6.** Distribución por tipo de publicación

## 6 Conclusiones

En este documento hemos presentado el procedimiento seguido para realizar una RSL [9], que permitió de manera rigurosa recopilar y analizar la literatura existente sobre la calidad de los requisitos. Se han encontrado 67 estudios primarios publicados entre el 1/1/1990 y 30/09/2010. Dichos artículos han sido clasificados en 6 dimensiones: tipo propuesta, características de calidad, tipo artefacto, tipo de software, método de validación, tipo de soporte. Dimensiones que a su vez incluyen varias categorías como se muestra en la **Tabla 1.**

Analizando los resultados obtenidos podemos concluir que:

- La calidad de los requisitos es sin lugar a dudas un tema de suma actualidad, hecho demostrado porque el mayor número de publicaciones (10) se han realizado en el año 2009.
- Las características de calidad más consideradas en las técnicas de evaluación/aseguramiento de calidad propuestas son: completitud, consistencia, validación, corrección, no-ambigüedad y entendibilidad.
- Existe una mayor tendencia a las propuestas basadas en métodos formales para validar requisitos (verificar que se ajustan a las necesidades del cliente o usuario) y corroborar el cumplimiento de características como la completitud, consistencia y corrección.
- Para especificaciones basadas en lenguaje natural se proponen listas de comprobación o características de calidad que son verificadas en la mayoría de los casos utilizando técnicas de inspección. También existe una herramienta llamada QUARS (P57) que permite agilizar el chequeo de propiedades sintácticas y léxicas del lenguaje natural y así agilizar el uso de las técnicas de inspección.
- La distribución de artículos por tipo de especificación es homogénea, repartida entre lenguaje natural, lenguajes formales y casos de uso.
- Hay una clara necesidad de validar a través de métodos empíricos las técnicas propuestas. Esto contribuirá a una mayor visibilidad de las propuestas y que vayan más allá de un trabajo de investigación y salgan a la luz en la industria.
- Es fundamental seleccionar apropiadamente las personas que formaran parte del equipo de evaluación/aseguramiento de la calidad o también llamados “stakeholders”. Es imprescindible que los usuarios/clientes del producto software del cual se evaluará la calidad de su especificación de requisitos desarrollen un papel activo en la evaluación/aseguramiento de la calidad.

Para finalizar y considerando que el próximo paso es utilizar toda la información recopilada en esta RSL para definir una metodología para el aseguramiento de la calidad en entornos globales, se deberán analizar algunos de los desafíos inherentes a IR en desarrollo global de software [11] como son: la comunicación inadecuada, la gestión del conocimiento, la diversidad cultural y la diferencia horaria.



## Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por los siguientes proyectos: MEDUSAS (CDTI-MICINN y FEDER IDI-20090557), ORIGIN (CDTI-MICINN y FEDER IDI-2010043(1-5)), PEGASO/MAGO (MICINN y FEDER, TIN2009-13718-C02-01), EECCOO (MICINN TRA2009\_0074), MECCA (JCMM PII2109-0075-8394) y IMPACTUM (JCCM PEII11-0330-4414).

## Referencias

1. Gause, D., Weinberg, G.: Exploring Requirements: Quality Before Design. Dorset House (1989)
2. Glass, R.: Facts and Fallacies of Software Engineering. Addison-Wesley (2003)
3. Davis, A., Dieste, O., Hickey, A., Juristo, N. Moreno, A.M.: Effectiveness of Requirements Elicitation Techniques: Empirical Results Derived from a Systematic Review. In: the 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06), pp. 179-188 (2006)
4. Boehm, B., Basili, V.: Software defect reduction top 10 list. Computer. Vol. 34(1), pp. 135-137 (2001)
5. Glass, R.: Persistent software errors. IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. 7(2), pp. 162-168 (1981)
6. Kitchenham, B.: Procedures for Performing Systematic Reviews. Technical Report TR/SE-0401, Keele University, UK (2004)
7. Kitchenham, B., Charters, S.: Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, EBSE Technical report, EBSE-2007-01. Keele University, UK, University of Durham, UK (2007)
8. Kitchenham, B. Pearl Brereton, David Budgen, Mark Turner, John Bailey, Stephen G. Linkman.: Systematic literature reviews in software engineering - A systematic literature review. Information & Software Technology. Vol. 51(1), pp. 7-15 (2009)
9. Dieste, D., López, M., Ramos, F.: Updating a Systematic Review about Selection of Software Requirements Elicitation Techniques. In: the 11th Workshop em Engenharia de Requisitos (WER'08), pp. 96-103 (2008)
10. Waliaa, G., Carver, J.: A systematic literature review to identify and classify software requirement errors. Information and Software Technology. Vol. 51(7), pp. 1087-1109. Special Section: Software Engineering for Secure Systems - Software Engineering for Secure Systems (2009)
11. Damian, D.: The study of requirements engineering in global software development: as challenging as important. In: Global Software Development Workshop. Celebrado en la 24th International Conference on Software Engineering (ICSE'02), pp. 5-9 (2002)