

Herramienta de gestión de trazabilidad de requerimientos en proyectos de software

Alfredo Villafañe¹, María de los A. Ferraro¹, Yanina Medina¹, Cristina Greiner¹, Gladys Dapozo¹, Marcelo Estayno²

¹Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina
afv0185@hotmail.com, mafferraro@hotmail.com, {yanina, cgreiner, gndapozo}@exa.unne.edu.ar

²Departamento de Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires, Argentina
mestayno@gmail.com

Abstract. La trazabilidad en la Ingeniería de Software es una práctica de control que contribuye a la construcción de un producto en el dominio de la solución lo más fiable y ajustado a las necesidades expresadas por el cliente. Se presenta una herramienta que permite administrar proyectos de software y realizar el seguimiento de los requerimientos en cada una de las fases de desarrollo, destacando la jerarquía que presentan sus relaciones. Además permite obtener documentación del proyecto que cumple con el estándar IEEE 830 e integra la metodología NDT. Como fortalezas de la herramienta se destacan la capacidad de seguir el ciclo de vida de un requerimiento, desde el origen de la especificación hasta la prueba del mismo, la capacidad de descubrir dependencias y conflictos entre requerimientos, y la capacidad de mejorar la comprensión del sistema en su totalidad, características que contribuyen a facilitar el desarrollo y mantenimiento del mismo.

Keywords: Ingeniería de Requerimientos. Gestión de proyectos de software. Trazabilidad de requerimientos.

1 Introducción

La Ingeniería de Requerimientos cumple un papel primordial en el proceso de desarrollo de software, ya que se centra en la definición del comportamiento del sistema. Su objetivo es la definición clara, consistente y compacta de las especificaciones correctas que definen el comportamiento del sistema con el fin de minimizar los problemas que se presentan en el desarrollo de software y que afectan a la calidad del producto final. La captura correcta de los requerimientos contribuye a la calidad del software dado que permite definir con precisión las condiciones que éste debe cumplir.

La trazabilidad en la Ingeniería de Software es una práctica de control que ayuda a obtener el producto en el dominio de la solución lo más exacto y fiable posible a las necesidades expresadas por el cliente en el dominio del problema. La trazabilidad está condicionada por los cambios y las validaciones que los participantes del proyecto hagan al sistema durante el proceso de desarrollo [1]. Según el estándar IEEE 830-1998, la trazabilidad es la habilidad para seguir la vida de un requerimiento en ambos

sentidos, hacia sus orígenes o hacia su implementación a través de las especificaciones generadas durante el proceso de desarrollo. Es un factor de calidad.

En el desarrollo de aplicaciones web, el requerimiento está inmerso en un proceso de ingeniería más amplio y detallado. La existencia de una importante estructura de navegación obliga a un desarrollo preciso de este aspecto que garantice que el usuario no se “pierda en el espacio navegacional del sistema” [2]. Estas características particulares requieren atención en la fase de especificación de requerimientos [3].

NDT (*Navigational Development Techniques*) [4][5] es una técnica para especificar, analizar y diseñar el aspecto de la navegación en aplicaciones web. Comienza con la captura de requerimientos y estudio del entorno, luego se definen los objetivos del sistema y en base a ellos se definen los requerimientos que el sistema debe cumplir para cubrir los objetivos marcados. Finalmente se desarrolla una matriz de trazabilidad que permite evaluar si todos los objetivos han sido cubiertos en la especificación.

Debido a la heterogeneidad de los usuarios de una aplicación web, es necesario considerar las necesidades de los diferentes actores implicados en la misma para determinar las características que la aplicación debe cumplir para satisfacerlas [6]. Aunque en la actualidad existen propuestas para la especificación de requerimientos web [7][8], la mayoría sólo proponen un conjunto de guías de diseño informales para la derivación manual de modelos conceptuales a partir de los requerimientos [9].

La trazabilidad es clave para conseguir una exitosa gestión de requerimientos, sin embargo no hay un consenso respecto de las prácticas con el que el proceso de trazabilidad debe llevarse a cabo [10]. No existen estándares asociados al proceso de trazabilidad que ayuden a determinar qué tipos de artefactos y de enlaces considerar. Se considera como una medida de la calidad del software y es tomada en cuenta en modelos como CMMI (Capability Maturity Model Integration) [11].

De acuerdo al INTECO (Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación) en su guía de Gestión de Requisitos, un requerimiento es trazable si se pueden identificar todas las partes del producto existente relacionadas con ese requisito [12].

Todos los requisitos deberían ser trazables para mantener consistencia entre los distintos documentos de un proyecto.

Es importante conocer aspectos de los requisitos tales como:

- Su origen (Quién los propuso)
- Necesidad (Por qué existe)
- Relación con otros requisitos (Dependencias)
- Relación con otros elementos (Dependencias)

Para aportar a una mayor sistematización en el desarrollo web, este grupo de investigación elaboró una propuesta metodológica para la especificación de requerimientos de aplicaciones web, basada principalmente en una plantilla que considera lo estipulado por el estándar IEEE 830-1998 e incluye las características particulares de los requerimientos web basados en NDT, y elementos trazables para facilitar el rastreo de los requerimientos y el impacto de los cambios [13].

Como continuación del trabajo anterior, se propuso elaborar una aplicación que implemente la propuesta metodológica y permita facilitar la evaluación del impacto de los cambios introducidos, minimizando las incoherencias producidas por el incorrecto control de cambios, y favorecer la comunicación entre los stakeholders en el desarrollo y mantenimiento del software.

2 Metodología

En [13] se propuso una plantilla para especificación de requerimientos, cuyos componentes pueden observarse en la figura 1. Presenta características del estándar IEEE 830 combinadas con la metodología NDT, reforzando además la trazabilidad de los componentes críticos, a través del uso de matrices. Cuenta con información concreta y precisa para asegurar calidad desde la trazabilidad, sin perder de vista componentes hoy casi imprescindibles en el desarrollo web, como los provistos por NDT.

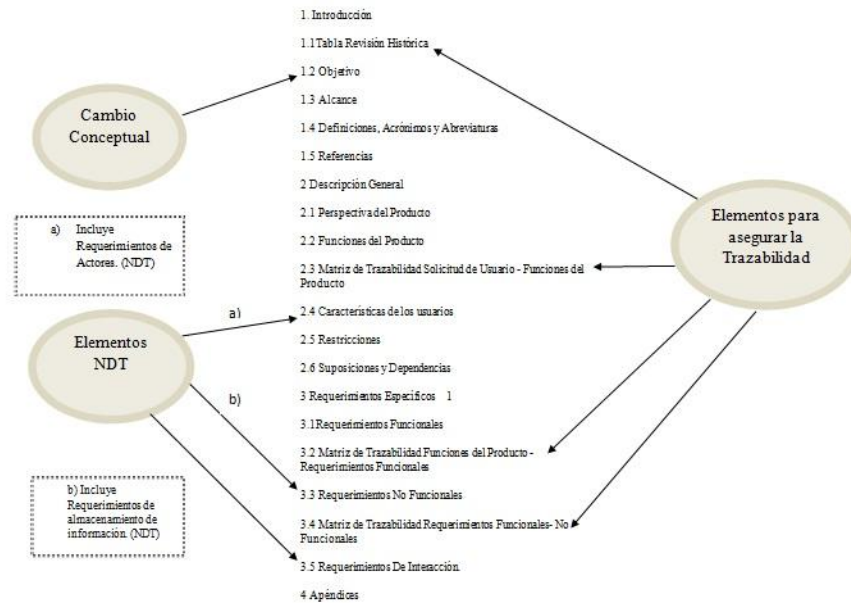


Fig. 1: Plantilla reformulada del estándar IEEE 830

Como soporte tecnológico de esta plantilla se diseñó una aplicación cuyo modelo se especifica en la figura 2 mediante el diagrama de casos de uso de la aplicación.

Se consideró la arquitectura **cliente servidor**, dado que las tecnologías de hardware, software, base de datos y redes contribuyen a arquitecturas de computadoras distribuidas y cooperativas.

La figura 3 muestra el modelo de datos que presenta dos esquemas de información, lo que permite ampliar cada uno de ellos e incluso su reutilización en otros proyectos. Por un lado, se presenta el esquema correspondiente a Seguridad, para el tratamiento de perfiles, roles, usuarios, y administración de auditorías de información en general. Este esquema es el que permite poner disponible la capa de aplicación al usuario. Por otro lado se presenta el modelo propio del dominio del problema. Entre algunas de las virtudes que presenta se encuentran, la reutilización de arquitectura en distintos proyectos, múltiples matrices por proyectos y la posibilidad de contar con diversos planes de pruebas ejecutados sobre un mismo requerimiento.



Fig. 2: Diagrama de Casos de uso de la aplicación

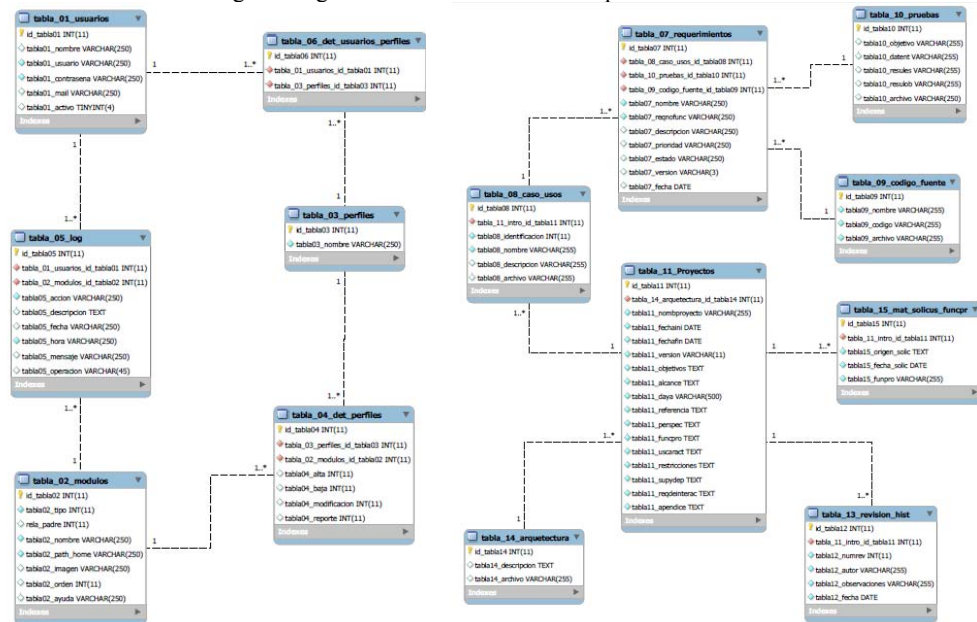


Fig. 3: Modelo de datos

2.1 Descripción de la herramienta

Pensada para gestionar trazabilidad, la herramienta permite incorporar información correspondiente a solicitudes de usuarios desde la primera etapa de un proyecto, como así también realizar la gestión de cambios y configuraciones de manera ordenada contribuyendo a la liberación de productos con un alto grado de control sobre las diferentes versiones de software, siguiendo las recomendación de buenas prácticas en Administración de Servicios de TI (ITIL Versión3).

Contempla todas las etapas del ciclo de desarrollo y contribuye a la comunicación entre el equipo de desarrollo y clientes, desde la posibilidad de contar con una visualización explícita de las solicitudes realizadas y posteriormente materializadas como funcionalidad en un producto.

Permite establecer las relaciones entre los componentes del software, como por ejemplo: cuál es el origen de una especificación de análisis, diagramas construidos en cualquier herramienta CASE o similar, casos de pruebas, objetos de código fuente (compilado construidos, etc.), de manera que se pueda seguir la vida de un requerimiento en ambas direcciones, hacia delante y hacia atrás, es decir, desde su origen y especificación hasta su implementación.

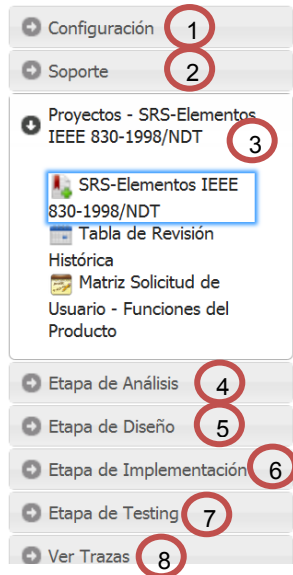
La aplicación se desarrolló utilizando herramientas open source, tales como, JavaScript, jQuery, PHP, WAMP, CSS, Aptana Studio 3 (herramienta profesional para desarrollo de código abierto para la web), HTML 5, Canvas (nuevo componente de HTML 5, que permite dibujar por medio de un API), Firebug y MySQL Workbench.

La figura 4 muestra la interfaz inicial de la aplicación y las distintas opciones del menú principal.



Fig. 4: Interfaz inicial

El menú de la figura 5 muestra las distintas opciones que ofrece la aplicación.



1. **Configuración:** Permite configurar los módulos que conforman las distintas opciones del menú.
2. **Soporte:** Permite administrar usuarios, perfiles, carpetas de copias y recuperación de información.
3. **Proyectos - SRS-Elementos IEEE 830-1998/NDT:** Comprende las opciones que presentan diferentes aspectos de la información generada en el proyecto:
 - 3.1. SRS-Elementos IEEE 830-1998/NDT: Se completan los distintos ítems de la plantilla IEEE 830-1998/NDT.
 - 3.2. Tabla de revisión histórica: Permite obtener información de auditoría sobre las interacciones que han realizado los distintos usuarios.
 - 3.3. Matriz Solicitud de usuario – Funciones del Producto: Permite conocer el origen de las funcionalidades del proyecto.

Fig. 5: Opciones de la aplicación

Dentro de la opción 3, SRS-Elementos IEEE 830-1998/NDT, al incorporar un proyecto, se ingresan todos los ítems establecidos en la plantilla IEEE reformulada para su adecuación a desarrollo de aplicaciones web. La figura 6 muestra la interfaz prevista para esta opción.

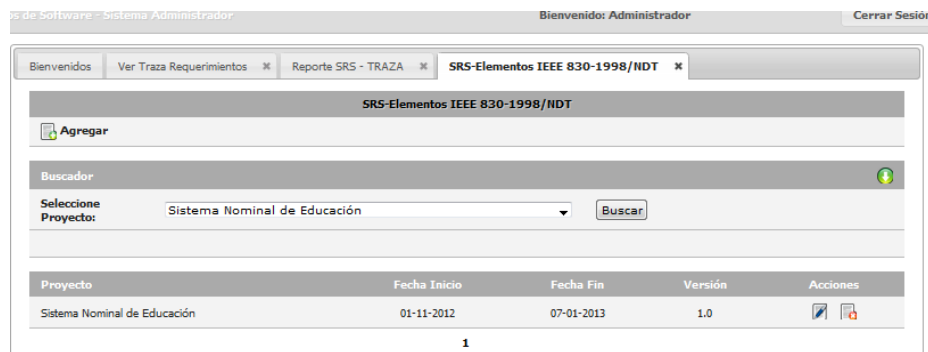


Fig. 6: SRS-Elementos IEEE 830-1998/NDT

Una vez seleccionado el proyecto, se completan los datos requeridos (ver figura 7).

Buscador	
Selección Proyecto:	Sistema Nominal de Educación <input type="button" value="Buscar"/>
Modificar Registro	
Nombre del Proyecto:	Sistema Nominal de Educación <input type="text"/> Versión: 1.0 <input type="text"/>
Fecha de Inicio:	01-11-2012 <input type="text"/> Arquitectura: Cliente Servidor <input type="text"/>
Fecha de Finalización:	07-01-2013 <input type="text"/>
Objetivos:	Gestionar los Datos Referentes a los alumnos en los diferentes niveles del sistema de Educación vigente. Alcance: Jardín maternal, Jardín de Infantes, nivel inicial, nivel medio
Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas:	Establecimientos, Cursos, Estructuras de Cursos, Registro de Inasistencias, Administración Promociones, Alumnos, Asignación de Alumnos Referencias: Sistema de Educación Provincia de Santa Fe.
Perspectiva del Producto:	Lograr la adecuada gestión de datos de los alumnos ingresados en el sistema. Funciones del Producto: Ingresar alumnos al sistema, crear cursos, asignar alumnos a un curso, gestionar inasistencias, promociones, calificaciones.
Características de los Usuarios:	Preceptor: encargado de realizar la carga de asistencias e inasistencias. Docente: Encargado de definir la condición final y las calificaciones de los alumnos. Restricciones: El sistema no gestiona datos a nivel universitario.
Requerimientos de Interacción:	Administrador/Analista/Diseñador/Programador/Tester: para acceder al sistema, el actor deberá completar en la interfaz de acceso, los datos de usuario y contraseña, una vez verificados, el sistema podrá emitir como respuesta los siguientes mensajes: a) Usuario o contraseña inválidos. b) Longitud de contraseña debe ser entre 3 y 16. c) Longitud de usuario debe ser entre 3 y 16. Suposiciones y dependencias: El sistema para logra su correcto funcionamiento deberá contemplar que los terminales y medios de transmisión de datos, como así también los servidores están siempre disponibles, para lograr esto se deberá contar con servidores distribuidos de respaldo, diferentes modalidades de conectividad y suficientes equipos para que dicho sistema cumpla con su objetivos.
Apéndices:	Varios

Fig. 7: SRS-Elementos IEEE 830-1998/NDT

A continuación, se describen los otros componentes del menú principal:

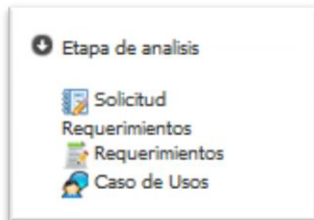


Fig. 8: Etapa de análisis

4. Etapa de análisis: permite la incorporación de diagramas y descripciones sobre documentación de análisis, provenientes de distintas fuentes y formatos. Las opciones ofrecidas se observan en la figura 8, cada una genera datos necesarios para la trazabilidad.

La figura 9 muestra las solicitudes iniciadas y la opción de agregar una solicitud.

Req. Funcional	Descripción	Estado	Fecha	Acciones
Agregar Alumno	Permitirá agregar los datos de un alumno al sistema	Generado	27-07-2013	[Icono]
agregar notas	otras	Desarrollo	25-06-2013	[Icono]
Eliminar Alumno	El sistema permitirá seleccionar un alumno y eliminarlo	Generado	23-06-2013	[Icono]
Insertar Docentes	.	Generado	27-07-2013	[Icono]
modificar alumnos	modifica	Generado	23-06-2013	[Icono]

Fig. 9: Administración de requerimientos en la etapa de análisis

También es posible ver los distintos casos de uso, que incluyen una breve descripción, facilitando su comprensión (figura 10).

Nº Identificadorio	Nombre	Descripción	Archivo	Acciones
UC - 1	Administrar Alumnos	El Modulo permitirá registrar y gestionar los datos referentes a los alumnos de los diversos establecimientos educativos		[Icono]
UC - 2	Gestionar Docentes	Permitirá gestionar los datos referente a los docentes		[Icono]
UC - 3	Administrar Materias Primarias	Permitirá la gestión de las materias Primarias.		[Icono]
UC - 4	Administrar Inasistencias	Permite gestionar los datos referente a las inasistencias de los alumnos		[Icono]
UC - 5	Administrar Calificaciones	Permite gestionar las calificaciones de los alumnos		[Icono]
UC - 6	Gestionar Dias No Hábiles	Se registraran los dias no lectivos.		[Icono]

Fig. 10: Casos de uso en la etapa de análisis



5. **Etapa de diseño:** permite la incorporación de documentación relacionada a la arquitectura del proyecto.



6. **Etapa de implementación:** permite importar objetos construidos para soportar la funcionalidad, por ejemplo, asociar un componente compilado o incorporar el código.



7. **Etapa de testing:** corresponde a la vinculación de todo elemento construido para la verificación y/o validación de un componente de software, en cada una de sus etapas.



8. **Ver trazas:** presenta la información de las relaciones generadas en la vida de un requerimiento.

Por ejemplo, para el requerimiento Agregar Alumno, los mecanismos de trazabilidad previstos permiten visualizar toda la información relacionada (figura 11).

The screenshot shows a window titled 'Proyecto' with a sub-header 'Trazabilidad en Proyectos de Software' and 'Sistema Nominal De Educación'. It displays the following information:

- Nombre del Proyecto:** Sistema Nominal De Educación
- Fecha inicio:** 2012-11-01
- Fecha Fin:** 2013-01-07
- Version:** 1.0
- Etapa de Analisis**
 - Analisis de Requerimientos**
 - Nombre Requerimiento:** Agregar Alumno - **Prioridad:** Alta - **Fecha Creación:** 2013-07-27
 - Tipo:** - **Estado:** - **Versión:** 1.0 - **Descripción:** Permitira agregar los datos de un alumno al sistema
 - Caso de Uso**
 - Nombre:** Admistrar Alumnos - **Descripción:** El Modulo permitira registrar y gestionar los datos referentes a los alumnos de los diversos establecimientos educativos
 - Etapa de Diseño**
 - Arquitectura:** Cliente Servidor
 - Etapa de Implementación**
 - Función:** Agregar Registro
 - Código fuente:**

```
function agregar_lee($var, $link_mysql) { $sql="INSERT INTO tabla ( var ) VALUES ( $rela_var )"; $result = mysql_query($sql,$link_mysql); if (!$result>0) {return "Error: Se ha producido un error. $sql ".mysql_error();} else {return mysql_insert_id()."-Registro agregado correctamente";}}
```
 - Etapa de Prueba**
 - Caso de Prueba**
 - Objetivo:** Datos no disponibles: Complete los datos en el módulo Pruebas
 - Datos de Entrada:**
 - Resultados Esperados:** - **Resultados obtenidos:**

Fig. 11. Información relacionada al requerimiento Agregar Alumno

3 Conclusiones

Se construyó una aplicación web que permite administrar proyectos de software y realizar el seguimiento de los requerimientos en cada una de las fases del desarrollo, brindando información sobre el origen de cada cambio que ha sufrido una versión del software.

Como fortalezas de la herramienta se destacan la capacidad de seguir el ciclo de vida de un requerimiento, desde el origen de la especificación hasta la prueba del mismo, lo cual permite estimar el impacto de un cambio de requerimiento, la capacidad de descubrir dependencias y conflictos entre requerimientos, y la capacidad de mejorar la comprensión del sistema en su totalidad, características que contribuyen a facilitar el desarrollo y mantenimiento del mismo.

Como trabajo futuro se plantea validar la herramienta en ambientes de producción reales, tales como áreas de Sistemas de las organizaciones o empresas de software, para obtener una retroalimentación que permita mejorar la solución que se propone.

Referencias

1. Anaya R., Tabares M. S., Arango F.; “Una revisión de modelos y semánticas para la trazabilidad de requerimientos”; Revista EIA, ISSN 1794-1237 N° 6, p. 33-42. 2006
2. Olsina, L. “Metodología cualitativa para la evaluación y comparación de la calidad de sitios web”. Ph. Tesis.Facultad de Ciencias Exactas. Universidad de La Pampa. Argentina. 1999.
3. Escalona, M.J. “Metodología para el desarrollo de sistemas de información global: análisis comparativo y propuesta”. Universidad de Sevilla. 2002.
4. Escalona, M.J., Mejías, M., Torres, J. “Methodologies to develop web information systems and comparative analysis”. UPGRADE.TVol. III, No. 3, Junio 2002.
5. Escalona, M.J., Torres, J., Mejías, M. “Requirements capture workflow in Global Information Systems”. Proceedings of OOIS.Springer-Verlag. Montpellier, France. 2002.
6. Escalona, M. and Koch, N., Requirements engineering for Web Applications: a comparative study. Journal of Web Engineering, 2004. 2: p. 193-212.
7. Escalona, M. J. and Koch, N. “Metamodeling the Requirements of Web Systems”. In Proceedings of the Web Information Systems and Technologies (Setubal, Portugal, 2006).
8. Molina, F., Pardillo, J. and Toval, A., “Modelling web-based systems requirements using WRM”. Web Information Systems Engineering–WISE 2008 Workshops, 2008. p. 122-131.
9. Aguilar, J. A., Garrigos, I., Mazon, J.-N. and Trujillo, J. “Web Engineering Approaches For Requirement Analysis - A Systematic Literature Review”. 6th Web Information Systems and Technologies (WEBIST). 2010. Valencia, Spain.
10. Ramesh B. “Factors influencing requirements traceability practice”. Communication of the ACM. Vol. 41, No. 12, pp. 37-44, December 1998.
11. Nicolás, J. and Toval, A., “On the generation of requirements specifications from software engineering models: A systematic literature review”. Information and Software Technologies, 2009. 51(9): p. 1291-1307
12. INTECO, “Guía práctica de gestión de requisitos”, [página web en línea]. Disponible en Internet http://www.inteco.es/file/NRDmviQoTbI_jZcyjTYRlw. Consulta: 19/07/2013.
13. Ferraro, M.; Medina, Y.; Dapozo, G.; Estayno, M. “Especificación y trazabilidad de requerimientos en el desarrollo de aplicaciones web”. II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limitrofes. Facultad Regional Resistencia. Universidad Tecnológica Nacional. ISBN: 978-950-42-0142-7. Resistencia. Chaco. 2012.