

# Proceso de Validación de Requerimientos Aplicando Técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural en un Entorno Colaborativo

Sonia Santana<sup>1</sup>[0000-0003-2163-120X], Leandro Antonelli<sup>2,3</sup>[0000-0003-1388-0337] y Pablo Thomas<sup>4</sup>[0000-0001-9861-987X]

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Administración - Universidad Nacional de Entre Ríos  
sonia.santana@uner.edu.ar

<sup>2</sup> Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA), Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata

<sup>3</sup> CAETI - Facultad de Tecnología Informática - Universidad Abierta Interamericana  
leandro.antonelli@lifia.info.unlp.edu.ar

<sup>4</sup> Instituto de Investigación en Informática (III-LIDI). Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata - Centro Asociado CIC. Buenos Aires, Argentina  
pthomas@lidi.info.unlp.edu.ar

**Resumen.** Una de las fases más importantes en el desarrollo de un proyecto de software es la validación de los requerimientos. El principal objetivo de la validación de los requerimientos es confirmar que los mismos sean representaciones de las necesidades y expectativas de los usuarios y que sean completos, correctos y consistentes entre otras características. Hoy en día, los requerimientos se escriben con la participación de un gran número de personas que producen una cantidad variada de artefactos. En este contexto los entornos colaborativos y el procesamiento de lenguaje natural cobran importancia. En este trabajo se describe un proceso de validación de requerimientos utilizando técnicas de procesamiento de lenguaje natural un entorno colaborativo, donde las diferentes partes interesadas en un proyecto les permitirá validar requerimientos en menor tiempo y esfuerzo.

**Palabras Claves:** Validación de Requerimientos · Técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural · Entornos Colaborativos.

## 1 Introducción

En la industria del software, se observa que los sistemas son cada vez más complejos, por lo que las exigencias de calidad en el desarrollo deben ser mayores. Es necesario que el desarrollo de software sea más riguroso para obtener un producto de adecuada calidad. Según Brooks [1], los requerimientos son de vital importancia en un proyecto de desarrollo de software, ya que se convierten en el elemento fundamental que permite entender al cliente, analizar sus necesidades, validarlas, y gestionarlas conforme avanza el desarrollo del proyecto. En el marco de la Ingeniería de Requerimientos (RE por sus siglas en inglés Requirements Engineering) la validación de los requerimientos el principal objetivo de la validación de requerimientos es confirmar que los requerimientos especificados sean representaciones de las necesidades y expectativas de los usuarios [2] [3] [4] y que además sean completos, correctos y consistentes [4] entre otras características.

Hoy en día, los requerimientos se detallan en su mayoría en lenguaje natural sin restricciones para que cada parte interesada los entienda. El proceso de validación de requerimientos

formulados de esta manera se realiza manualmente, debido a la ambigüedad del lenguaje natural y la consiguiente ausencia de un mecanismo automático de validación. A menudo requiere la colaboración de múltiples partes interesadas que tienen diferentes necesidades y perspectivas. En muchos casos, es especialmente difícil facilitar la recopilación y validación de requerimientos de manera eficiente y eficaz en un entorno jerárquico y, al mismo tiempo, animar a las partes interesadas del sistema a compartir libremente sus ideas y opiniones.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 describe el marco conceptual a partir de los resultados obtenidos y publicados sobre la validación de requerimientos utilizando procesamiento de lenguaje natural (NLP por sus siglas en inglés Natural Language Processing) y entornos colaborativos. La sección 3 describe el modelo propuesto de proceso de validación de requerimientos a partir de la técnica extracción de entidades de procesamiento de lenguaje natural en un entorno colaborativo basado en redes sociales formadas por equipos centrados en requerimientos. Finalmente, la sección 4 expresa las conclusiones.

## 2 Background

Esta sección describe el marco conceptual para el desarrollo del proceso de validación de requerimientos, donde se abordan los temas de validación de requerimientos con NLP y entornos colaborativos. Se realizaron varios trabajos de investigación previos de los temas, indicando cuales fueron los resultados obtenidos y publicados en [5] [6] [7] [8] [9] y [10], el porqué, y en que se distingue el proceso de validación propuesto de los estudios realizados.

Como conclusión de los trabajos realizados para conocer el estado del arte sobre la validación de requerimientos con NLP y entornos colaborativos, se puede decir que, los procesos de validación de requerimientos se desarrollan para dominios específicos de aplicación y proporcionan diferencias en el enfoque de dominio para validar los requerimientos con diversos grados de éxito. Este éxito depende de la naturaleza de la organización en sí y del conocimiento profundo del negocio para adaptar la metodología a las necesidades del negocio y del usuario. Además, se observó la escasa participación de los usuarios/clientes en el proceso de validación de requerimientos, integrado con la falta de enfoque por parte de las metodologías sobre la gestión del nivel de responsabilidad, el grado de toma de decisiones y el equilibrio entre usuarios y desarrolladores.

El proceso de validación de requerimientos se realiza sobre la especificación de requerimientos semiformales e implementa una solución semiautomática con evaluación interna centrada en el rol de ingeniero-desarrollador. Asimismo, se consideran múltiples criterios de calidad de los requerimientos, siendo los más importantes la corrección, consistencia y completitud, con un escaso control y seguimiento de los defectos en los requerimientos a través del uso de indicadores de rendimiento y la exigua definición de objetivos a ser evaluados por dichos indicadores.

La técnica más utilizada en los procesos analizados es el prototipo, pero la mayoría de los procesos la utiliza con una combinación de otras técnicas. Las técnicas actuales a menudo se estudian desde una perspectiva. Por ejemplo, técnicas orientadas a prototipos se centran en los requerimientos funcionales para validar las expectativas de los clientes, dejando de lado los requerimientos no funcionales para otras técnicas, como las técnicas de inspección. Por el contrario, las técnicas orientadas al conocimiento están directamente relacionadas con requerimientos específicos. Las técnicas de validación están estrechamente relacionadas con las características de los requerimientos en el contexto de diferentes dominios de aplicación.

En muchos casos, la validación es subjetiva, significa que los umbrales de errores de las características de los requerimientos pueden ser demasiado limitados. La selección de una técnica de validación depende de la naturaleza del problema, la experiencia de las partes interesadas y la disponibilidad de herramientas.

Además, la mayoría de las técnicas de NLP se centran en el análisis semántico, es decir, en el significado contextual de las palabras en la validación de requerimientos y validan la propiedad de correctitud de los requerimientos utilizando patrones en la especificación de requerimientos y se aplican en la etapa inicial del desarrollo del software. Las técnicas de NLP también proporcionan diferencias en el enfoque de dominio en la validación de requerimientos con diversos grados de éxito. Este éxito no solo depende de las necesidades del negocio y del usuario sino del personal con experiencia en Lenguaje Natural Controlado (LNC) debido a que aplican algoritmos de aprendizaje automático en la validación de requerimientos. Se evidenció en los estudios realizados un escaso uso de indicadores de rendimiento para el control y seguimiento de los defectos en los requerimientos, así como también objetivos a ser evaluados por dichos indicadores.

En cuanto al estudio realizado sobre entornos colaborativos, los mismos utilizan herramientas sincrónicas o asincrónicas para proponer explicaciones y formulaciones alternativas de un concepto en el proceso de colaboración. Vinculan las necesidades y especificaciones de los grupos de trabajo para satisfacerlas mediante herramientas de colaboración como, por ejemplo, pizarras, prototipos entre otros así unifican los puntos de vista, promueven la comunicación y colaboración efectiva entre las partes interesadas además de integrar criterios y comprender los requerimientos del software. El uso de entornos colaborativos busca que las partes interesadas logren construir el consenso en la colaboración efectiva para aumentar la calidad del producto de software. Además, la colaboración permite reducir o minimizar errores en los requerimientos.

A diferencia de los procesos analizados se propone un proceso de validación de requerimientos utilizando un entorno colaborativo basado en equipos centrados en requerimientos, que permitiría a las diferentes partes interesadas en un proyecto validar requerimientos independientemente del dominio de aplicación. De esta manera, se reduciría el tiempo y esfuerzo necesarios para validar los requerimientos y se aseguraría que todos los stakeholders estén de acuerdo en cuanto a las entidades relevantes y requerimientos del proyecto.

### **3 Descripción general del proceso de validación de requerimientos en entornos colaborativos**

En esta sección, se describe el proceso de validación de requerimientos en un entorno colaborativo basado en equipos centrados en requerimientos. El proceso consiste en validar requerimientos, de forma independiente del dominio de aplicación, para determinar la correctitud de los mismos utilizando la técnica extracción de entidades de procesamiento de lenguaje natural. El reconocimiento de entidades permite identificar y clasificar objetos o entidades de texto mediante el uso de librerías que combinado con la validación de requerimientos permite certificar que los requerimientos sean correctos. El proceso de validación propuesto, se despliega en un entorno colaborativo formado por equipos centrados en requerimientos con el objetivo de buscar la comprensión de los numerosos aspectos que rodean la comunicación y coordinación de los equipos a lo largo del proceso de validación

de requerimientos. Para ello, se definen tres redes centradas en requerimientos, red de dependencia, red de asignación y red de comunicación, esta última permitirá conocer información del entorno colaborativo a través de la aplicación de diferentes técnicas de análisis.

### 3.1 Modelo de proceso de validación de requerimientos en entornos colaborativos

La construcción del modelo de proceso de validación de requerimientos se basa en la norma ISO/IEC/IEEE 12207 [11], la cual es un marco de referencia que fue adaptado a los procesos, actividades y tareas involucradas en la validación de requerimientos. El modelo propuesto para la validación de requerimientos está conformado por el proceso principal y de apoyo. Como se muestra en la Figura 1, el proceso principal tiene tres procesos, desarrollo, operación y mantenimiento que dan servicio a la validación de requerimientos y el proceso de apoyo tiene dos procesos, documentación y solución de problemas que brindan soporte al proceso principal de validación de requerimientos.

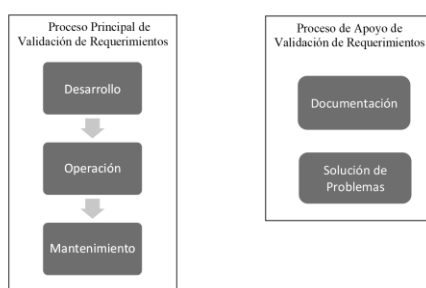


Fig. 1. Procesos del modelo de validación de requerimientos.

Según la norma ISO 9001 [12], un proceso es un conjunto de actividades que tienen relación entre sí o que interactúan para transformar elementos de entrada en elementos de salida. Para presentar el modelo de proceso de validación de requerimiento se definen los siguientes conceptos: **Actividad:** Nombre de la actividad que identifica el proceso. **Objetivo:** Definición del objetivo perseguido por la actividad. **Entradas:** Productos de trabajo necesarios para poder ejecutar las actividades identificadas en el proceso. **Tareas:** Conjunto de tareas que definen la actividad y, por tanto, especifican qué se debe realizar. **Roles:** Roles implicados en el desarrollo de la actividad. **Salidas:** Productos de trabajo que se obtienen como consecuencia de la ejecución de las tareas.

En la Tabla 1, 2, 3, 4 y 5 se describen las actividades del proceso principal y el proceso de apoyo de validación de requerimientos en entornos colaborativos, productos de entradas y salidas para cada actividad, las tareas y roles de cada actividad bajo los lineamientos de las buenas prácticas, para el fortalecimiento y la claridad de las mismas.

Tabla 1. Descripción del proceso de desarrollo de validación en entornos colaborativos.

#### Proceso de Desarrollo

##### Actividad Diseño red de dependencia de requerimientos

Objetivo Determinar la dependencia de los requerimientos a validar utilizando la especificación de requerimientos.

Entradas Documento especificación de requerimientos.

Tareas Identificar qué requerimientos dependen de otros, analizar las dependencias de los requerimientos, es decir, crear la red de dependencias.

<b>Actividad Diseño red de dependencia de requerimientos</b>	
Roles	Analistas
Salidas	Documento dependencias de requerimientos.
<b>Actividad Diseño red de asignación de requerimientos</b>	
Objetivo	Determinar la asignación de los requerimientos a validar utilizando la especificación de requerimientos.
Entradas	Documento especificación de requerimientos.
Tareas	Asignar los requerimientos a los diferentes stakeholders para la validación, es decir, crear la red de asignación.
Roles	Analistas
Salidas	Documento asignación de requerimientos.

**Tabla 2.** Descripción del proceso de operación de validación en entornos colaborativos.

<b>Proceso de Operación</b>	
<b>Actividad Extracción de entidades</b>	
Objetivo	Aplicar la técnica reconocimiento de entidades nombradas de NLP para validar los requerimientos.
Entradas	Documento especificación de requerimientos, Librerías NLP
Tareas	Realizar el preprocesamiento de los requerimientos, mediante un medio electrónico, limpiarlos y prepararlos para su análisis y construir o adquirir un corpus para entrenar y probar el modelo.
Roles	Analistas.
Salidas	Documento entidades extraídas, Librerías NLP.
<b>Actividad Revisión y validación de entidades</b>	
Objetivo	Revisar y validar manualmente las entidades de los requerimientos.
Entradas	Documento entidades extraídas, documento comentarios de stakeholders.
Tareas	Realizar una revisión y validación manual para confirmar la precisión del modelo, es decir, si las entidades nombradas son relevantes y precisas. En el caso de existir discrepancias o dudas sobre las entidades, deben ser discutidas utilizando algún medio electrónico, considerando que puede surgir la incorporación o la eliminación de requerimientos.
Roles	Stakeholders.
Salidas	Documento entidades validadas, Documento comentarios de stakeholders.
<b>Actividad Análisis de requerimientos</b>	
Objetivo	Analizar los requerimientos.
Entradas	Documento entidades validadas, Documento comentarios de stakeholders.
Tareas	Analizar las entidades identificadas de cada requerimiento si fueron aceptadas, modificadas o rechazadas, en función a esa validación de entidades el requerimiento es aceptado, modificado o rechazado. Analizar la posibilidad de incorporar nuevos requerimientos de acuerdo a los comentarios de stakeholders.
Roles	Analistas
Salidas	Documento requerimientos aceptados, rechazados, eliminados, agregados.

**Tabla 3.** Descripción del proceso de mantenimiento de validación en entornos colaborativos.

<b>Proceso de Mantenimiento</b>	
<b>Actividad Actualización de requerimientos</b>	
Objetivo	Actualizar el documento de especificación de requerimientos.
Entradas	Documento requerimientos aceptados, rechazados, eliminados, agregados.
Tareas	Actualizar el documento de especificación de requerimientos, esto implica modificar los requerimientos existentes según sea necesario, agregar nuevos requerimientos si es necesario y eliminar aquellos que ya no son relevantes.
Roles	Analistas
Salidas	Documento especificación de requerimientos actualizado.

---

<b>Actividad Análisis red de comunicación</b>	
Objetivo	Aplicar técnicas a la red de comunicación para analizar información del entorno colaborativo.
Entradas	Documento dependencias de requerimientos, Documento asignación de requerimientos.
Tareas	Aplicar técnicas de análisis a la red de comunicación generada entorno a los requerimientos para conocer el tamaño y la densidad de la red de dependencia y la red de asignación. <i>Tamaño de la red.</i> El tamaño de la red es la cantidad de miembros en cada red social centrada en requerimientos y ayuda a transmitir la cantidad de coordinación requerida para cada requerimiento. La proporción de miembros del equipo involucrados en un requerimiento particular del total de miembros del equipo en el proyecto también puede indicar el tamaño relativo y el alcance de un requerimiento. <i>Densidad de la red.</i> La densidad de la red es la proporción de vínculos que existen en la red sobre el total de vínculos posibles. En la colaboración basada en requerimientos, es una medición de tan estrechamente acoplado está el equipo de requerimientos y refleja la capacidad del equipo para distribuir conocimientos sobre los cambios en los requerimiento o aclaraciones sobre los requerimientos.
Roles	Analistas
Salidas	Documento información del entorno colaborativo.

---

**Tabla 4.** Descripción del proceso de documentación de validación en entornos colaborativos.

---

<b>Proceso de Documentación</b>	
<b>Actividad Implementación</b>	
Objetivo	Generar documentos del proceso de validación de requerimientos de acuerdo a la planificación.
Tareas	Crear los documentos que se producen durante el proceso de desarrollo de validación de requerimientos. Para cada documento identificado, se deberá considerar lo siguiente: a) Título o Nombre. b) Propósito. c) Audiencia a la que se dirige. d) Procedimientos y responsabilidades.
Roles	Stakeholders.
<b>Actividad Producción</b>	
Objetivo	Producir y hacer disponible la documentación del proceso de acuerdo a la planificación.
Tareas	Producir y distribuir los documentos mediante medios electrónicos.
Roles	Stakeholders.
<b>Actividad Mantenimiento</b>	
Objetivo	Modificar documentos del proceso manteniendo la integridad de la misma, a medida que evolucionen y/o cambien los requerimientos.
Tareas	Actualizar la documentación del proceso de validación manteniendo la integridad. Actualizar el documento de especificación de requerimientos existente preservando su integridad.
Roles	Stakeholders.

---

**Tabla 5.** Descripción del proceso de solución de problemas de validación en entornos colaborativos.

---

<b>Proceso de Solución de Problemas</b>	
<b>Actividad Implementación</b>	
Objetivo	Proporcionar un mecanismo responsable, documentado para analizar y resolver dudas o discrepancias en los requerimientos.
Tareas	Modelar un entorno de discusión mediante el uso de medios electrónicos.
Roles	Analistas
<b>Actividad Solución de problemas</b>	
Objetivo	Analizar y resolver los problemas que se expresen durante la ejecución del proceso de validación.
Tareas	Resolver las discrepancias o dudas que surgen del entorno de discusión.
Roles	Stakeholders.

---

## 4 Conclusión

El proceso propuesto consiste en validar requerimientos utilizando equipos centrados en requerimientos para determinar la correctitud de los mismos utilizando la técnica extracción de entidades de procesamiento de lenguaje natural. La validación del modelo de proceso de validación propuesto se realizará a través del desarrollo de una herramienta que permitirá obtener y analizar información de la validación de requerimientos en distintos contextos y proyectos de aplicación. La herramienta a desarrollar realizará el proceso principal que lleva a cabo el desarrollo, operación y mantenimiento de la validación de requerimientos y el proceso de apoyo que contribuye al éxito y calidad del proceso de validación de requerimientos, como se muestra en la Figura 1.

## Referencias

1. Brooks, F.: *The Mythical Man Month. Essays on Software Engineering*. Reading, Mass, Addison-Wesley, USA (1975).
2. Laplante, P. A.: *Requirements Engineering for Software and Systems*. CRC Press (2019).
3. Cheng, B. H. C., Atlee, J. M.: *Current and Future Research Directions in Requirements Engineering*. In: *Design Requirements Engineering A Ten-Year Perspective*, Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 14, pp. 11–43 (2019).
4. Pfleeger, S. L.: *Software Engineering – Theory and Practice*. Prentice Hall (1998).
5. Santana, S.R., Antonelli, L., Thomas, P.: *Evaluación de metodologías para la validación de requerimientos*. En: *XXVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*, pp. 419-428, ISBN 978-987-633-574-4 (2021).
6. Santana, S.R., Antonelli, L.R., Thomas, P.J.: *Best Practices for Requirements Validation Process*. In: *Pesado, P., Gil, G. (eds) Computer Science, CACIC 2021, Communications in Computer and Information Science*, vol. 1584, Springer, Cham, DOI 10.1007/978-3-031-05903-2\_10 (2022).
7. Santana, Sonia R., Antonelli, Leandro, Thomas, Pablo: *Un análisis de enfoques de Validación de Requerimientos*. En: *Trabajo Final de Especialización en Ingeniería de Software*, Facultad de Informática, UNLP, <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141871>, último acceso 15/06/2024.
8. Santana, Sonia R., Perero, Lucrecia, Fernandez, Alejandro, Antonelli, Leandro: *Un análisis del comportamiento de técnicas de validación en el contexto de diferentes dominios de aplicación de software*. En: *XX Jornadas Nacionales de Administración e Informáticas*, Facultad de Ciencias de la Administración, ISBN 978-950-698-538-7 (2022).
9. Santana, S., Perero, L., Rodriguez, N., Antonelli, L., Fernandez, A.: *Estudio de Técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural en la Validación de Requerimientos*. In: *Libro de Actas XXIX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)*, ISBN 978-987-9285-51-0 (2023).
10. Perero, L., Rodríguez, N., Santana, S., Fernández, A., Antonelli, L.: *Estudio de entornos colaborativos en la validación de requerimientos*. En: *XXI Jornadas Nacionales de Administración e Informática*, ISBN 978-950-698-578-3 (2023).
11. ISO/IEC/IEEE 12207:2017, *Systems and software engineering, Software life cycle processes*, <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/37/63712.html>, último acceso 15/06/2024.
12. ISO/IEC 9001:2015 (es), *Sistemas de gestión de la calidad — Requerimientos*, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>, último acceso 15/06/2024.