

# **PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA**

## **ANALISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS INFORMATICAS PARA LA GESTION Y LA TRAZABILIDAD DE REQUERIMIENTOS EN INGENIERIA DE SOFTWARE**

**Carro, Julián – LU120406**

**Ingeniería en Informática**

**Mernies, Diego – LU119738**

**Ingeniería en Informática**

Tutor:

**Lic. Zuñiga, Javier A. - UADE**

**Enero 20, 2016**



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**



## Índice

Resumen .....	4
Objetivos Generales .....	5
Objetivos Específicos .....	5
Introducción .....	5
Marco Teórico .....	6
Concepto de un Requerimiento .....	6
Clasificación de Requerimientos .....	6
Especificación de Requerimientos de Software .....	7
Línea Base de Requerimientos .....	7
Desarrollo de los Requerimientos .....	7
Dificultades en la definición de Requerimientos .....	8
Ciclos de vida de desarrollo de software .....	9
Principios de la Gestión de Requerimientos .....	10
Estado de los Requerimientos .....	11
Los Cambios en los Requerimientos .....	12
Control de Cambios .....	14
Políticas de Control de Cambios .....	15
Tablero de Control de Cambios .....	16
Análisis de Impacto .....	17
Enfoques del Análisis de Impacto .....	18
Trazabilidad .....	19
Seguimiento de Requerimientos .....	19
Motivación del Seguimiento de Requerimientos .....	20
La Matriz de Trazabilidad de Requerimientos .....	22
Herramientas para la Trazabilidad de Requerimientos .....	23
Procedimiento de Trazabilidad de Requerimientos .....	24
Herramientas de Gestión de Requerimientos .....	28
Herramientas SaaS .....	28
Herramientas P.L.M. .....	29
Herramientas A.L.M. .....	30
Clasificación de las herramientas de Administración de Requerimientos .....	31
Funcionalidades de las herramientas de Administración de Requerimientos .....	32



---

Ventajas y Desventajas de las Herramientas de Gestión de Requerimientos .....	33
Capacidades de las Herramientas.....	35
Selección de una Herramienta .....	36
Cultura Institucional .....	37
Descripción de las Herramientas de Gestión .....	38
BluePrint .....	38
IBM.....	41
IBM® Rational RequisitePro .....	41
IBM® Rational DOORS Next Generation.....	42
TraceCloud .....	47
Serena Dimensions RM .....	53
Enterprise Architect.....	57
Kovair Global Lifecycle .....	60
InteGreat .....	62
MKS Integrity.....	63
Teamcenter Requirements .....	65
Polarion Requirements Management .....	68
Cradle.....	70
Análisis Comparativo de las herramientas.....	73
Características de las Herramientas de Gestión .....	75
Pruebas sobre las herramientas .....	85
Conclusiones.....	85
Recomendaciones .....	89
Bibliografía.....	90
Listado de imágenes.....	94
ANEXOS .....	97



## Resumen

A lo largo del presente trabajo se analizan y describen las herramientas de gestión de requerimientos de mayor difusión. Buscando orientar la selección a una empresa que este por adoptar una herramienta de este estilo.

Al comienzo se detallan las propiedades básicas que deben tener estas aplicaciones, y hacemos hincapié en la trazabilidad como una de sus principales características. Luego, pasamos a utilizar como referencia una matriz comparativa del INCOSE (International Council on Systems Engineering) para realizar la comparación de las herramientas.

Por último, se agrega una tabla en donde se mencionan las herramientas que consideramos más apropiadas según el tamaño y producto que la empresa ofrezca.



## Objetivos Generales

Recopilar y analizar herramientas de gestión de requisitos de software para identificar las más aptas según la trazabilidad para la gestión de proyectos.

## Objetivos Específicos

- Visualizar las funcionalidades con una matriz comparativa que muestra de manera clara que características cumple cada herramienta.
- Resumir de manera clara los conceptos teóricos que envuelven a los proyectos que utilizan herramientas de gestión.
- Detallar los aspectos que se deben considerar cuando se controlan los proyectos de desarrollo de software.
- Trabajar con las funcionalidades de las herramientas que tienen mayor cantidad de usuarios.

## Introducción

Este proyecto de investigación hace referencia a la comparación de herramientas de gestión de requerimientos. Un tema clave a la hora de seleccionar una aplicación para un proyecto de software.

Para comprender el trabajo, se comenzó describiendo la información teórica que explica de qué manera se evaluaron las características de las herramientas de gestión de requerimientos. Luego se describieron las herramientas de gestión de requisitos más utilizadas que se encuentran en el mercado.

Es por el marco teórico, que se entiende lo que realiza cada herramienta y a su vez de qué manera trabajan. El funcionamiento de las herramientas puede variar, pero se puede decir con seguridad de que forma sucede, lo que ayuda a poder tomar decisiones de negocio anticipadas.

En la información que se detalla a lo largo del proyecto, se obtienen características que se asemejan entre las herramientas, pero existen diferencias entre algunas funcionalidades que son las que terminan inclinando la balanza para determinar que aplicación seleccionar.

En conclusión, podremos saber de forma clara cuáles son los factores determinantes en las herramientas de gestión, observando estas características a través de una plantilla comparativa que pertenece al INCOSE (International Council on Systems Engineering).

## Marco Teórico

### Concepto de un Requerimiento

Existen diferentes observaciones para la definición de lo que es un requerimiento. Ya que sabemos que están los requerimientos de usuario, de aplicación, funcionales, de sistema, técnicos, de negocio o del producto. Pero básicamente podemos decir que son una especificación de lo que se debe implementar. Describen como el sistema se debe comportar, con sus respectivas propiedades y atributos. Son una constante en el proceso de desarrollo de los sistemas.

### Clasificación de Requerimientos

Los requerimientos informáticos, se pueden dividir en distintos niveles: los requerimientos de negocio, los requerimientos de usuario y los requerimientos funcionales. O también, en dos subgrupos como lo son:

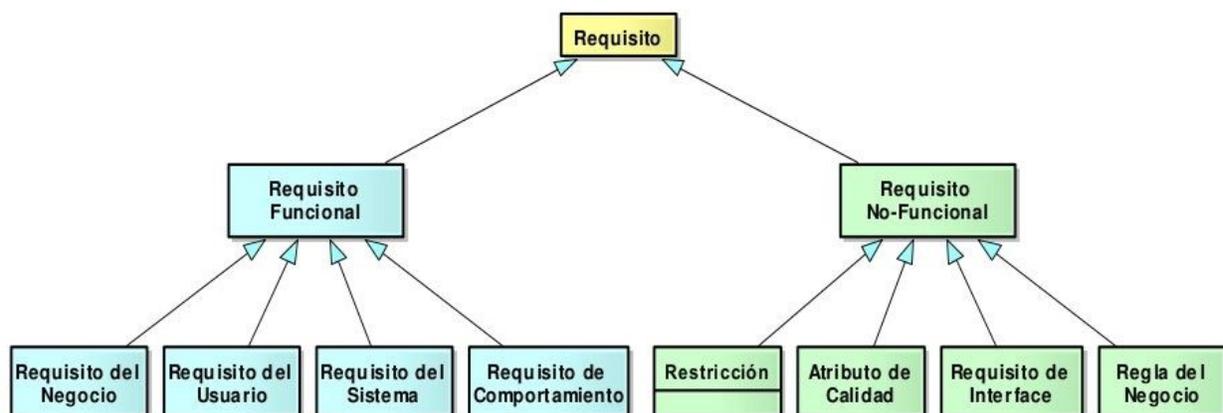


Imagen 1



## **Especificación de Requerimientos de Software**

Los requerimientos se agrupan en una estructura conocidos como SRS, este documento se encarga de describir de las funcionalidades, las capacidades y restricciones a respetar por un software, para su posterior desarrollo. A su vez, el documento está asociado a otros, como lo son los casos de uso que se encargan de mostrarnos la interacción de un usuario con el sistema a desarrollar.

## **Línea Base de Requerimientos**

Este es un concepto necesario al momento de gestionar requerimientos. Y se establece como un conjunto especificaciones de requerimientos funcionales y no funcionales que el equipo de desarrollo de un proyecto acuerda, y que sirven como base para un desarrollo posterior (en una versión específica) y solo puede ser modificado por medio de un procedimiento que haya sido establecido.

## **Desarrollo de los Requerimientos**

En el estudio de la ingeniería de requerimientos [Wieggers, Karl], se menciona la aparición de las ramas del desarrollo y de la administración de requerimientos. La rama del desarrollo se divide en disciplinas que mencionamos a continuación: La elicitación, el análisis, la especificación y la validación. Estas son esenciales en cualquier proyecto de desarrollo.

- La elicitación que se encarga de:
  - Definir el proceso de desarrollo de requerimientos
  - Definir la visión y alcance del sistema
  - Identificar los tipos y clases de usuarios seleccionando los usuarios claves (stakeholders)
  - Establecer las técnicas de elicitación apropiadas
  - Aplicar las técnicas de elicitación para identificar los requerimientos del usuario
  - Aplicar las técnicas de elicitación para identificar las restricciones del usuario
  - Analizar los problemas encontrados
  - Solucionar los problemas encontrados



- El análisis que se encarga de:
  - Reconocer eventos y respuestas del sistema
  - Construir el diagrama de contexto
  - Reconocer y organizar los requerimientos de usuario
  - Modelarlos en diferentes formatos
  - Analizar que sean técnicamente factibles
  - Priorizarlos
  - Aplicar principios de calidad de usuario
- La especificación que se encarga de:
  - Seleccionar un template para los SRS
  - Rastrear las fuentes de los requerimientos de usuario
  - Identificar los requerimientos de usuario de forma unívoca
  - Definir los requerimientos del sistema
  - Modelarlos en diferentes formatos
  - Construir las SRS del sistema y/o sub-sistemas
  - Especificar atributos de calidad (del desarrollador)
- La validación que se encarga de:
  - Definir los test funcionales
  - Definir los criterios de aceptación
  - Validar los requerimientos especificados con el stakeholder
  - Inspeccionar los requerimientos especificados

### **Dificultades en la definición de Requerimientos**

Los requerimientos tienen difícil la etapa de especificación de requerimientos con varios inconvenientes que son importantes de identificar y prevenir, y los más comunes suelen ser:

- Los requerimientos no son obvios y provienen de varias fuentes.
- Son lo suficientemente complejos como para ser expresados en palabras.
- La cantidad de requerimientos puede ser difícil de manejar.
- Los requerimientos cambian a lo largo del ciclo de desarrollo.



- El usuario no puede explicar lo que hace.
- Se habla de lo que no funciona.
- Los usuarios tienen un vocabulario distinto al de los desarrolladores.
- Se usan términos iguales, pero con distinto significado.

[Sommerville, Ian] En su libro anima la idea de discutir y considerar, que muchas veces es difícil predecir los valores de ciertas propiedades emergentes en los sistemas, y que tal vez puedan aumentar las posibles fallas. Por lo tanto, existen escenarios en los cuales se puede intentar prevenir el error, aunque sucede que al trabajar con sistemas con mayor complejidad las posibilidades de equivocarnos se agrandan. Usando de plataforma lo comentado, cuando se presenten dificultades para poder especificar requerimientos correctamente, se debe trabajar en mitigar los riesgos que se puedan manejar.

## **Ciclos de vida de desarrollo de software**

Cada organización se adaptará al modelo de ciclo de vida más apropiado según sea el caso, teniendo en cuenta sus propias características y particularidades. Tener este conocimiento, ayuda a que las organizaciones puedan establecer cómo trabajar en las tareas de seguimiento de requerimientos, y posteriormente en el caso de tener que elegir alguna herramienta de gestión.

[Roger S. Pressman] considera que el ciclo de vida de un proyecto es un conjunto de fases sucesivas a través de las cuales transita un sistema de software cuando se lo desarrolla, abarcando desde la concepción de las ideas, hasta la instalación y el soporte.

Una fase es un conjunto de tareas que se deben ejecutar en un momento determinado empleando recursos y tiempo para cumplir con su objetivo. En cada fase se generan entregables o artefactos que son el resultado del trabajo parcial o final que se produce y que se utiliza durante un proyecto.

Estos artefactos son usados para capturar y llevar información del proyecto. Un artefacto puede ser:

- Un documento: como un caso de negocio o un documento de la arquitectura del software,
- Un modelo: como un modelo de caso de uso,
- Un elemento de un modelo: como una sola clase de todo el diagrama de clases.



También se conoce que pueden ser materiales o inmateriales, por ejemplo: documentos, software, modelos scripts.

Un modelo de ciclo de vida nos permite:

- Describir las fases
- Determinar el orden en el que se deben ejecutar las fases
- Definir cuáles son las entradas y salidas de cada fase.
- Establecer los criterios para pasar de una fase a otra.
- Describir las actividades que componen la fase.
- Definir un modelo que sirva para planificar, organizar y coordinar proyectos de desarrollo de software.

Existen varios modelos de desarrollo de software de los cuales los más representativos son:

- Modelo en Cascada: Es secuencial y se debe finalizar una fase para pasar a la próxima. Es ideal para proyectos cuyos requerimientos sean conocidos y no sufran cambios o para proyectos de poca envergadura.
- Modelo en V: La etapa de codificación forma la punta de la V, relaciona directamente las pruebas con el criterio de verificación y validación. Se hace más explícita la iteración que esta oculta en la representación en cascada.
- Modelo Incremental: Combina elementos del modelo en cascada aplicándolos en forma iterativa. También aplica secuencias lineales de manera escalonada según avanza el tiempo en el calendario. El modelo incremental entrega el software en partes pequeñas pero utilizables, en la medida que va progresando el tiempo.
- Modelo en Espiral: Es un modelo de proceso de software evolutivo que unifica la naturaleza de la iteración de la construcción de prototipos con los aspectos del modelo en cascada. El software se desarrolla en una serie de entregas evolutivas.

## **Principios de la Gestión de Requerimientos**

El autor [Sommerville, Ian] relata que el mayor compromiso de la gestión de requerimientos es maximizar la posibilidad de que una iniciativa de desarrollo o mantenimiento



genere aplicaciones que funcionen según lo deseado por una organización. Si se entra un poco más en detalle podríamos decir que se envuelven muchas tareas, y algunas de las principales son las siguientes:

- Control de cambios de la línea base de requerimientos,
- Mantenimiento del plan de proyecto actualizado con los requerimientos,
- Control de versionado tanto de los requerimientos en forma individual como de los documentos de los requerimientos,
- Seguimiento del estado de la línea base de requerimientos,
- Administración lógica de enlaces entre requerimientos individuales y otros productos del proyecto.

No existe una única forma de correcta de encarar los proyectos, porque existen situaciones en que se nota la falta de flexibilidad en características como el equipo de trabajo, el presupuesto, el calendario, y en la calidad que se le puede dar a un proyecto. Entonces, hay que enfocarse en las decisiones que se toman con los usuarios claves que participan de los planes de proyecto. Con este grupo de personas suele ser más fácil poder responder a los cambios que surjan en un proyecto de desarrollo, ya que aceptan en conjunto las nuevas necesidades que puedan llegar a surgir.

## **Estado de los Requerimientos**

El autor [Karl E. Wiegers] explica que una vez que se toman las decisiones de gestión, se puede profundizar sobre los requerimientos y la clasificación que tienen en diferentes categorías. Estas buscan determinar el porcentaje de completitud de un requerimiento. Estos cambios de estado son los que después nos van a actualizar la trazabilidad de los requerimientos:

- Propuesto: Una fuente autorizada lo solicitó.
- Aprobado: Se analizó el cambio, se realizó el impacto sobre el proyecto y se almacenó en la línea base para una versión específica. Tanto el usuario que lo solicitó, como el grupo de desarrollo coincide en la implementación del mismo.



- **Implementado:** Una vez que se implementó el cambio, es porque el requerimiento ya se diseñó, se codificó y posteriormente testeado. Por lo tanto, se alinea con el proyecto.
- **Verificado:** El funcionamiento del cambio se ha validado con el producto de manera integral. Se pasa a alinear con las pruebas de casos de uso y se considera como un requerimiento completo.
- **Eliminado:** Un requerimiento aprobado es eliminado de la línea base, y debe ir acompañado de una explicación de por qué fue eliminado y quien fue el que lo autorizó.
- **Rechazado:** El requerimiento fue propuesto, pero no se consideró al momento de la implementación. También incluye una descripción de por qué se hizo y de quien tomó la decisión.

## Los Cambios en los Requerimientos

Los autores de la bibliografía [Kotonya, Gerald – Sommerville, Ian] explican que a medida que se van desarrollando los requerimientos y la gestión que se les aplica, se suelen ir comprendiendo mejor las necesidades de los usuarios. Esta retroalimentación genera que los requerimientos se modifiquen, sobre todo si se trabaja en un proyecto grande. Por lo tanto existe una subdivisión de los requerimientos en:

- **Requerimientos Duraderos:** Son los más estables y están asociados directamente al dominio del sistema.
- **Requerimientos Volátiles:** Cambian durante el desarrollo del sistema o después de que se pone en marcha. Dentro de los volátiles se encuentran los:
  - **Mutantes:** Cambian debido a los cambios en el ambiente organizacional.
  - **Emergentes:** Cambian al incrementarse la comprensión del cliente en el desarrollo del sistema.
  - **Consecutivos:** Cambian debido a la inserción de otro sistema y si varían los procesos de la organización con las nuevas formas de trabajo.



- De Compatibilidad: Dependen de algunos sistemas en particular o de procesos de negocio dentro de la organización.

Conociendo el caso, un analista de requerimientos debe ir actualizando la documentación de los requerimientos con los cambios que se aprueban. Si esto no sucede a medida que un proyecto evoluciona, el valor de la gestión comienza disminuir y los miembros del equipo de desarrollo comienzan a trabajar como si no existiera documentación en las especificaciones a modificar.

Podrían surgir inconvenientes de lo que se comentó anteriormente, porque si un desarrollador implementa un cambio directamente en el código sin el seguimiento adecuado todo se torna más complejo. Sabiendo que el código es la última realidad en una aplicación, no se estaría mostrando lo que el producto hace verdaderamente, porque eso lo refleja el documento de especificación de requerimientos. Además, se deja de respetar la arquitectura y el diseño del programa. A la larga estas prácticas de control evitan que se tengan que rehacer los códigos. Es importante que se detecten cambios, pero que no sean tardíos.

También se debe considerar, como se menciona anteriormente, que las necesidades se modifican a partir de ciertos factores como lo son los procesos de negocio, las oportunidades del mercado, y las tecnologías que varían durante el tiempo de desarrollo de un producto. Entonces, la administración puede decidir cambiar la dirección del proyecto en respuesta a estas situaciones, por lo tanto es importante la documentación de la visión, alcance y limitaciones del sistema. Evaluar cada cambio y compararlo con lo que se planteó desde el comienzo.

Una técnica efectiva para controlar estos desvíos puede ser el uso de prototipos, porque se acercan a una posible implementación que ayuda a que los usuarios y desarrolladores compartan un entendimiento de las necesidades y perspectivas de solución.

En un mundo ideal, se deben recolectar los requerimientos de un sistema previo a comenzar con un trabajo, y estos continuarán sin modificaciones durante el desarrollo. Pero esto no funciona en la práctica, ya que en algún punto se deben establecer los requerimientos para una versión en particular e incluso implementarlos de forma controlada.



## Control de Cambios

El autor de la bibliografía [Sommerville, Ian] menciona que los procesos de administración de requerimientos incluyen la planificación, en donde se especifican las políticas y procedimientos para la administración de requerimientos, y la del cambio. En donde se analizan los cambios y se evalúa su impacto.

A su vez, también explica que el control de cambios genera como ventaja que los cambios de requerimientos que se proponen se tratan de forma consistente y que los cambios que se hagan sobre el documento de requerimientos se realizan de forma controlada. Por otro lado este control, se puede conocer como el mecanismo de canalización y filtrado que asegura que un proyecto incorpore los cambios más apropiados. A continuación se muestra un posible formulario de solicitudes de cambio dentro de una organización:

<b>Proyecto:</b> Proteus/PCL-Tools	<b>Número:</b> 23/94
<b>Solicitante del cambio:</b> I. Sommerville	<b>Fecha:</b> 1/12/98
<b>Cambio solicitado:</b> Cuando un componente se seleccione de una estructura, desplegar el nombre del archivo donde se almacena.	
<b>Analizador del cambio:</b> G. Dean	<b>Fecha de análisis:</b> 10/12/98
<b>Componentes afectados:</b> Display-Icon.Select, Display-Icon.Dispaly	
<b>Componentes asociados:</b> FileTable	
<b>Evacuación del cambio:</b> Relativamente fácil de implementar puesto que se dispone de una tabla de los nombres de los archivos. Requiere el diseño e implementación de un campo de despliegue. No se requiere cambios a los componentes asociados.	
<b>Prioridad del cambio:</b> Baja	
<b>Implementación del cambio:</b>	
<b>Esfuerzo estimado:</b> 0.5 días	
<b>Fecha para CCB:</b> 15/12/98	<b>Fecha para desición del CCB:</b> 1/2/99
<b>Decisión del CCB:</b> Aceptar cambio. Cambio a implementar en versión 2.1.	
<b>Implementación del cambio:</b>	<b>Fecha de cambio:</b>
<b>Fecha de remisión para QA:</b>	<b>Desición de QA:</b>
<b>Fecha de remisión a CM:</b>	
<b>Comentarios:</b>	

Imagen 2



Es más que significativo indicar que al utilizar una herramienta para seguir los problemas de seguimiento de las propuestas de cambio, no lograría reemplazar un proceso definido que describe el contenido o el procedimiento a seguir al recibir una solicitud de cambio.

## **Políticas de Control de Cambios**

Las personas que se encarguen de la administración de los proyectos deben tener las políticas de cómo van a trabajar los equipos con respecto a los cambios propuestos sobre los requerimientos. Las políticas serán significativas si son realistas, agregan valor, son reforzadas. En principio, se deben definir ciertas políticas que van a manejarse a través del proceso de control de cambios. En la práctica, se planifica no dejar todas las cosas a criterio de los desarrolladores, y no dejar pasar por alto el proceso de control de cambios.

En la Imagen 2 se puede ver varios ítems, como lo son la persona que solicita el cambio y la descripción de lo que desea cambiar, incluso la persona responsable de analizarlo y los componentes que se ven afectados por el cambio. Más abajo aparece el encargado de que se desarrolle el cambio.

Otro ítem que puede figurar en estas solicitudes son los estados de los cambios de requerimientos, que podría tomar diferentes valores como nos muestra de manera aproximada el siguiente diagrama:

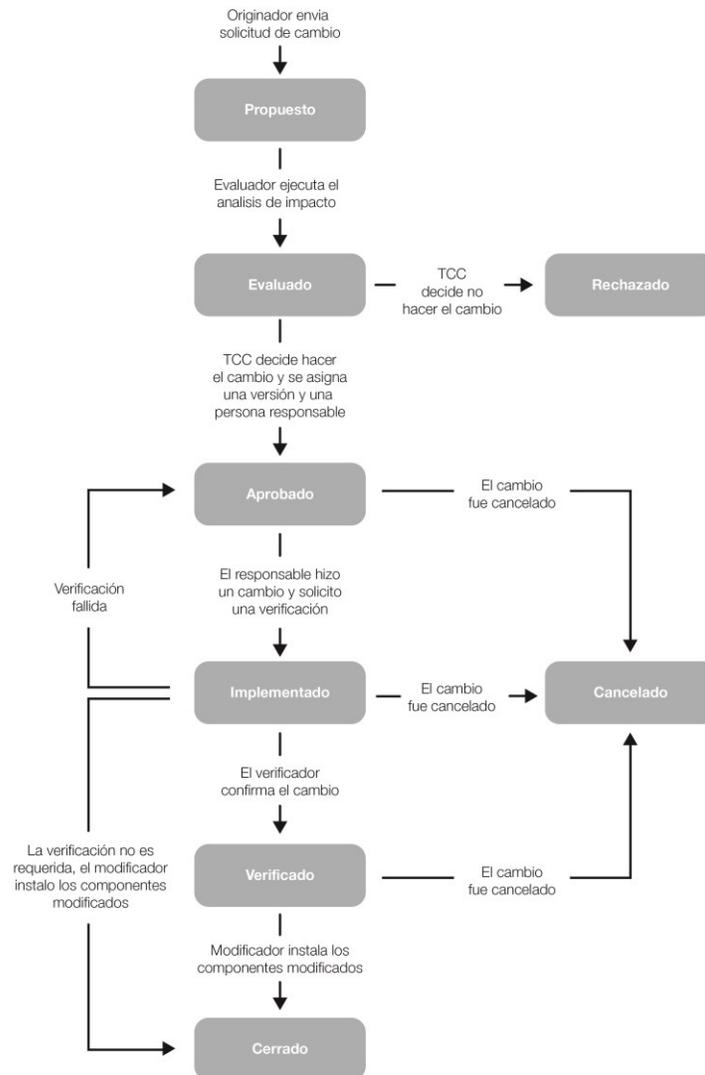


Imagen 3

## Tablero de Control de Cambios

Según la bibliografía de [Karl E. Wiegers] el tablero de control de cambios (TCC o en sus siglas en inglés CCB – Change Control Board) algunas veces puede ser conocido como tablero de control de la configuración, y se lo identifica como la mejor práctica para desarrollar software. El TCC se decide de forma individual o en grupo, y se resuelve el cambio del requerimiento sugiriendo características para ser incluidas dentro del producto.



Como lo muestra la imagen 3 el TCC revisa y aprueba los cambios en un proyecto, en donde los documentos de los requerimientos representan un buen ejemplo. Algunas personas, consideran el TCC como un acto de burocracia. Pero se debe pensar el TCC como una estructura valiosa que administra proyectos pequeños. Esta estructura no debe generar una pérdida de tiempo en los usuarios. Para lograr cumplir ese objetivo, se deben considerar todos los cambios propuestos de manera puntual y tomar decisiones basadas en el análisis de impacto y los beneficios del cambio. El TCC no debe ser más largo y formal de lo necesario, así asegura que el equipo toma buenas decisiones de negocio.

El TCC debe representar a todos los grupos que necesiten participar de la toma de decisiones, como podrían ser: Administrador de proyecto, Desarrolladores, Soporte Técnico, etc. Solo algunas de estas personas van a definir ciertas decisiones, sin embargo el resto debe ser informado sobre las decisiones que afecten a sus trabajos. Para esto, el TCC debe intentar ser lo más pequeño posible para que se pueda responder puntualmente y eficientemente a todas las solicitudes de cambio.

Ultimando características, se sabe que el TCC logra informar los beneficios de manera anticipada contra el impacto estimado de un cambio propuesto. Dentro de estos beneficios se encuentran el ahorro financiero, el aumento de los ingresos, una mayor satisfacción del cliente, y que sea una ventaja competitiva. El impacto indica los efectos adversos de que sucedería si se acepta una propuesta de cambio sobre los productos o el proyecto. Incluyendo entonces a los costos de desarrollo y soporte, retrasos en las entregas, menor calidad de producto, funcionalidad reducida e insatisfacción del usuario.

## **Análisis de Impacto**

En el proyecto [De la Rosa, Martín] señala que el análisis de impacto se encarga de identificar los artefactos de software, que se verán afectados por los cambios que se propongan. Además, se indica que el análisis ofrece un mejor entendimiento de cómo llevar a cabo la implementación de los cambios, debido a que se detalla mejor las consecuencias de realizar dichos cambios. Las relaciones entre componentes como lo son los requerimientos, el diseño, el



código, el material de testing y la documentación administrativa, son por lo general implícitas; en el análisis de impacto se hacen más explícitas.

Existe una necesidad obvia de análisis para poder realizar mayores mejoras en el sistema. Sin embargo, pueden existir ciertas complicaciones en cada cambio que simula ser pequeño. Puede suceder que resulten difíciles los cambios pequeños por no haber realizado el análisis correspondiente después de recibir la propuesta de cambio. Las personas no suelen rechazar los cambios, y esto aumenta las probabilidades de que sucedan conflictos. Por lo tanto, el equipo de trabajo debe asegurarse que entendió de forma racional el cambio, y que se encuentra alineado con la visión del producto.

Además, podemos agregar que el análisis de impacto es una de las tareas claves en la administración de requerimientos. Ya que informa al equipo de trabajo de las decisiones de negocio que deberán aprobarse.

Cuando se trabaje en el análisis de impacto corresponde conocer la comparación del esfuerzo realizado de cada cambio, contra el esfuerzo estimado para dicha actividad. Con esto, se entenderán mejor las diferencias, y consecuentemente ayudarán a entender si se realiza algún cambio al momento de volver a estimar las propuestas de cambios.

## **Enfoques del Análisis de Impacto**

Continuando con la cita [De la Rosa, Martín] se mencionan los dos enfoques principales del análisis de impacto:

- Análisis por dependencias: Basado en las relaciones de dependencia entre entidades de la aplicación (paquetes, clases, métodos, atributos, etc.). Se enfoca mayormente en el código fuente, por lo tanto provee un gran detalle de las dependencias a nivel código, pero no a nivel artefactos.
- Análisis por trazabilidad: Se centra en las relaciones entre los artefactos que integran el sistema, sin importar el nivel al que pertenecen, desde los requerimientos, pasando por el diseño, hasta el código. Y logrando brindar una perspectiva mayor que el análisis por dependencias, pudiendo vincular los distintos artefactos entre ellos. Tiene como desventaja que no se detalla la profundidad de las dependencias dentro de una librería de código.



Tanto un enfoque de análisis por dependencias detallado como el análisis por trazabilidad, muestran información de manera exhaustiva. Aunque son preferibles los dos enfoques porque generan mayor consistencia. Por lo tanto, el enfoque al momento de optar por una herramienta de gestión será una mezcla entre ambos.

## **Trazabilidad**

El artículo [Osmany González, Ferro] nos describe que existen muchas definiciones para la trazabilidad. Una de las más comunes nos dice que la trazabilidad es una posibilidad de describir y seguir la vida de un requerimiento hacia adelante y hacia atrás, desde su origen hasta la implementación. También se puede sumar al concepto el artículo [Balasubramaniam, Ramesh] que menciona a la trazabilidad de requerimientos como una forma de medir la calidad de un sistema.

El análisis de impacto de los cambios resulta agradable cuando existe un mapa que muestre donde se encuentran implementados los requerimientos y las reglas de negocio. Para estos casos, es cuando se comienza a hablar de la trazabilidad de los requerimientos.

Como se mencionaba con los enfoques del análisis de impacto, el seguimiento de los documentos de los requerimientos nos muestra las dependencias y la vinculación que existe entre requerimientos individuales y los elementos del sistema. Estos elementos podrían ser reglas de negocio, arquitectura y otros diseños de componentes, módulos de código fuente, casos de testeo y archivos de ayuda. La información que brinde la trazabilidad facilita el análisis de impacto identificando todo el trabajo que se debe realizar sobre un producto para poder implementar una propuesta de cambio de requerimiento.

## **Seguimiento de Requerimientos**

[Wieggers, Karl E.] Considera que los enlaces de trazabilidad nos permiten rastrear la vida de un requerimiento en ambos sentidos. Desde el comienzo, se debe identificar a la trazabilidad como una de las mejores especificaciones para los requerimientos. Es importante que cada requerimiento se encuentre claramente identificado y que no sea de forma ambigua.

Existen cuatro tipos de trazabilidad de Requerimientos:



Imagen 4

La imagen 4 muestra los cuatro tipos de trazabilidad. Las necesidades de los Clientes son trazadas hacia adelante, así se sabe que requerimientos se verán afectados si las necesidades van cambiando durante o después de un desarrollo. A su vez, también se pueden trazar hacia atrás, desde los requerimientos a las necesidades del cliente para identificar el origen de cada requerimiento de software.

Luego se muestra como de los requerimientos fluyen elementos entregables durante el desarrollo. Este tipo de vínculos asegura que se ha satisfecho cada requerimiento porque se sabe que componentes direccionan entre sí. Y por último, tenemos el enlace entre productos específicos hacia atrás a los requerimientos para saber porque fue creado cada ítem.

Los enlaces de trazabilidad pueden ayudar a identificar código huérfano, de algo que puede no pertenecer al producto y sin embargo formar parte del código. Inversamente, puede suceder que existan requerimientos que no hayan sido implementados. Este tipo de situaciones se solucionan teniendo el seguimiento de las piezas de nuestro proyecto. Teniendo información como la paternidad, las interconexiones y las dependencias, se puede revelar la propagación de los cambios en ambas direcciones.

## Motivación del Seguimiento de Requerimientos

[Karl E. Wiegers] sabe que un requerimiento puede hacer pasar vergüenza a los responsables de un proyecto, si genera que el cliente no quede satisfecho o el producto final no implementa una función crítica del negocio. El seguimiento permite demostrar la confirmación de haber trabajado en conjunto con el contrato, las especificaciones y las regulaciones establecidas en un principio.



También puede mejorar la calidad de los productos, reducir los costos de mantenimiento y facilitar la reutilización. Pero es imprescindible que exista un compromiso organizacional, porque el desarrollo y el mantenimiento que experimenta el sistema necesitan de disciplina. Por lo tanto, si la información de trazabilidad se vuelve obsoleta, probablemente no se reconstruya y se genere una pérdida de tiempo. Estos contratiempos, se ven opacados por los beneficios que genera la implementación de la trazabilidad en los requerimientos:

- **Certificación:** Se puede usar la información de trazabilidad para demostrar que todos los requerimientos fueron implementados. Aun así, esto no confirma una implementación correcta o de forma completa.
- **Análisis de impacto del cambio:** Sin la información de trazabilidad, existe una gran probabilidad de tener colisiones con los elementos del sistema si se agrega, elimina o modifica un requerimiento en particular.
- **Mantenimiento:** La información de trazabilidad confiable facilita cambios completos y correctos durante el mantenimiento, que mejoran la productividad.
- **Seguimiento del Proyecto:** Con la información de trazabilidad se tiene una gran precisión de los estados de la implementación de las funcionalidades.
- **Reingeniería:** Se pueden listar las funciones de un sistema informático en el que se están reemplazando y grabando cuando se encuentran direccionadas en el nuevo sistema de requerimientos y componentes de software.
- **Reutilización:** La información de trazabilidad facilita la reutilización de componentes de un producto.
- **Reducción de Riesgo:** Documentando la interacción entre componentes reducimos el riesgo si un miembro clave del equipo del proyecto, abandona el proyecto.
- **Testeo:** Cuando se obtiene como resultado una situación inesperada en el testeo, los enlaces entre requerimientos y el código implementado ayudan a que se encuentre más rápido el defecto.

Muchos de estos beneficios impactan de manera prolongada, y reducen los costos del ciclo de vida del producto, pero incrementan el costo de desarrollo por el esfuerzo que se acumula en



administrar la información de trazabilidad. Pero se puede ver como una inversión para tener un producto mantenible que satisface todas las necesidades de un cliente.

## La Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

Este libro de [Ian Sommerville] nos define a la matriz como una representación de los enlaces entre requerimientos y otros elementos del sistema de una manera simple. La matriz de trazabilidad de requerimientos, es también conocida como la matriz de seguimiento de requerimientos o también como la tabla de trazabilidad.

Este autor [Roger S. Pressman] establece que los requerimientos se identifican con un identificador único. Se puede esquematizar la matriz de trazabilidad o seguimiento, en donde cada requerimiento se relaciona con uno o varios aspectos del sistema o de su ambiente. Dentro de las diversas tablas de trazabilidad de requerimientos podemos encontrar las siguientes:

- Matriz de trazabilidad de características: Se muestra la manera en que los requerimientos se relacionan con las características del sistema observables para un cliente.
- Matriz de trazabilidad de fuentes: Identifica la fuente de cada requerimiento.
- Matriz de trazabilidad de dependencias: Indica la forma en que los requerimientos están relacionados entre sí.
- Matriz de trazabilidad del subsistema: Establece categorías entre los requerimientos de acuerdo al/los subsistema/s que se administra/n.
- Matriz de trazabilidad de interfaz: Muestra la forma en que los requerimientos se relacionan con las interfaces internas y externas del sistema.



Casos de uso \ Requisitos	CU1	CU2	CU3	CU4
Requisito 1	✓			
Requisito 2		✓		
....			✓	
Requisito n				✓

Imagen 5

En la imagen 5 se muestra como se comunican de forma bidireccional los requerimientos con los casos de uso. En donde se indica con una tilde las celdas que se encuentran vinculadas, en donde el símbolo podría variar. Generando este tipo de matrices favorecemos la utilización de herramientas que soporte la gestión de requerimientos.

Los enlaces de trazabilidad deben ser definidos por aquel que disponga de la información apropiada. También se deben determinar los roles e individuos que proveen la información de trazabilidad para el proyecto. Estos son muy importantes ya que son individuos que conocen la razón de ser de cada enlace. Además, generan un valor agregado si manejan la captura de información con cierto hábito y disciplina.

## Herramientas para la Trazabilidad de Requerimientos

[Roger S. Pressman] El objetivo de las herramientas se centra en ayudar en la recopilación, modelado, gestión y validación de requerimientos. Esto lo logran a partir de que se almacenan los requerimientos e información en una base de datos y se definen los vínculos entre los distintos artefactos que forman parte del proyecto. También nos permiten diferenciar los enlaces de trazabilidad de los objetos en forma bidireccional.

Algunas herramientas indican de manera automática si un enlace se encuentra “marcado” cuando se lo modifica en alguno de sus extremos. Esto permite saber si se debe observar algún elemento del sistema, desde el momento en que se realiza un cambio. También nos posibilitan crear proyectos cruzados o enlaces con subsistemas cruzados. En algunos casos, si un



requerimiento de un subsistema fue implementado sobre un servicio que otro subsistema provee. Además este proyecto usa una herramienta de administración de requerimientos para enlazar satisfactoriamente estas complejas relaciones de trazabilidad.

Es difícil realizar el seguimiento manual de los requerimientos en aplicaciones pequeñas. Y en el caso de los sistemas grandes demandan una solución más robusta. Este seguimiento de requerimientos no puede ser completamente automático porque el conocimiento de cómo surgen los enlaces se origina en la mente de los miembros del equipo de desarrollo. Sin embargo, una vez que se definen los enlaces, las herramientas van a poder administrar gran cantidad de información de trazabilidad.

## **Procedimiento de Trazabilidad de Requerimientos**

[Karl E. Wieggers] Se considera esta secuencia de pasos cuando se implementa la trazabilidad de requerimientos en un proyecto específico:

1. Seleccionar los enlaces de las relaciones que se quieren definir.
2. Elegir el tipo de matriz de trazabilidad que se desea usar, luego seleccionar un mecanismo para almacenar la información, un documento, una hoja de cálculo, etc.
3. Identificar las partes del producto para las cuales se desea mantener la trazabilidad de la información.
4. Modificar el procedimiento de desarrollo y verificación para recordar a los que desarrollan que actualicen los enlaces una vez que implementaron un cambio de requerimiento.
5. Definir una regla para identificar unívocamente a los elementos del sistema para que puedan relacionarse entre sí.
6. Identificar los individuos que proveen la información de cada enlace.
7. Educar al equipo sobre conceptos y la importancia del seguimiento de los requerimientos
8. Como medida de desarrollo, cada participante deberá enviar las solicitudes de trazabilidad de cambios cuando cumplan cierta cantidad de trabajos.



9. Auditar la información de trazabilidad de forma periódica para asegurarnos si se está volviendo a algo habitual.

Si se mantiene un sistema antiguo no es necesario tener a disposición la información de trazabilidad disponible, pero resultaría muy importante que se comience a acumular esa información. Porque una vez que se agreguen mejoras o se hagan modificaciones, los datos de trazabilidad que se tengan sobre la relación entre componentes no reconstruirán por completo la matriz de trazabilidad de requerimientos. Este pequeño esfuerzo va a facilitar mucho más la próxima vez que alguien necesite trabajar sobre ese mismo sector del sistema.

[Toranzo, Marco – Cysneiros, Gilberto – Tirado, Felipe] Mencionan en un artículo, que los trabajos de investigación sobre la trazabilidad en los requerimientos muchas veces no formulan procesos sistemáticos para identificar a los usuarios claves y los intereses de cada uno sobre la trazabilidad. Y plantean la clasificación de la información de trazabilidad para manejar mejor el impacto de los cambios en los sistemas organizacionales y con esto no perder tiempo, ni recursos y no correr riesgos de desechar trabajo. También concluyen que es importante implementar mecanismos que identifiquen los requisitos desde documentos o textos, para luego poder establecer las relaciones entre requerimientos.

## **Factores que influyen en la Trazabilidad**

[Balasubramaniam, Ramesh] Supone que la implementación de la trazabilidad de requerimientos en una organización implican una serie de decisiones estratégicas para la inversión en recursos y tiempo porque hay que:

- Crear o modificar métodos y procesos.
- Desarrollar o adquirir herramientas.

Hay contextos ambientales, organizacionales y técnicos que influyen en la implementación de prácticas de trazabilidad de requerimientos. En la imagen 6 se puede apreciar como impactan dichos factores en un proyecto:

- Contexto ambiental – Tecnología: Se definen los objetivos que se deben cumplir con la implementación de trazabilidad para analizar las diferentes opciones disponibles en el mercado.

- Contexto organizacional – Estrategias corporativas: Una vez establecidos los objetivos, es necesario formalizar los procesos relacionados con la especificación y trazabilidad de requerimientos, actualizar políticas de desarrollo y registrar las necesidades para decidir si comprar o desarrollar una herramienta de trazabilidad.
- Contexto técnico – Desarrollo de software: La actualización de las políticas de desarrollo y la incorporación de nuevos procesos y herramientas implican cambios de alto impacto en las organizaciones. Para lograr la institucionalización de la trazabilidad es necesario establecer políticas de gestión del cambio y capacitación para los diferentes roles involucrados.

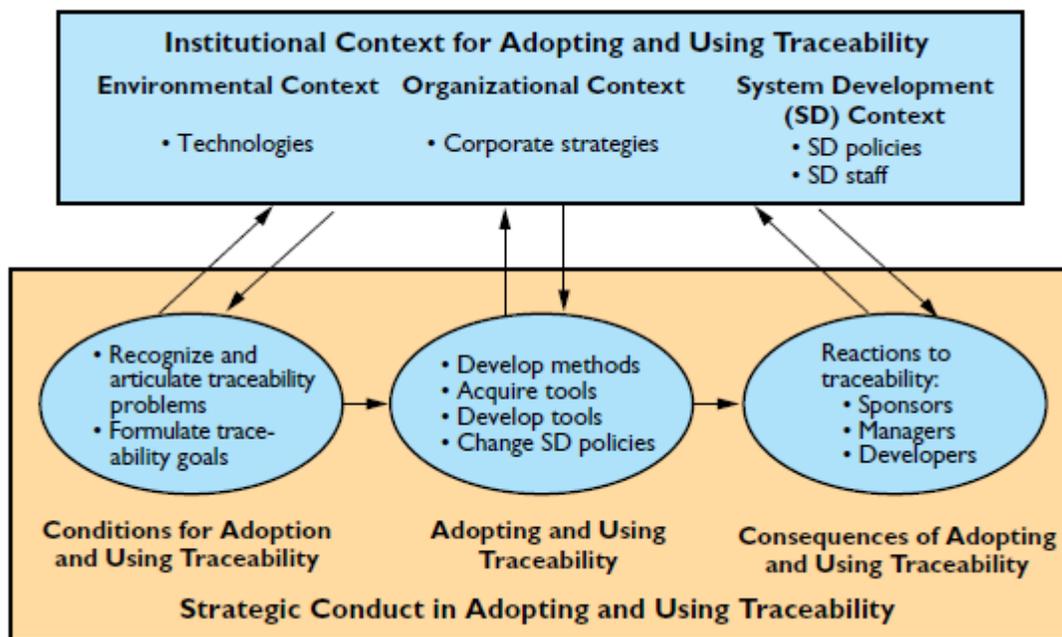


Imagen 6

A su vez, Ramesh, autor del artículo asociado, considero que los stakeholders que están involucrados en proyectos de trazabilidad de requerimientos tienen diferentes niveles de conocimientos, experiencia y predisposición. Algunos de ellos pueden ser:

- Sponsors
- Project Managers



- Analistas Funcionales
- Desarrolladores

Con estos estudios, detectó que los participantes de un proyecto de trazabilidad pueden ser clasificados en:

- Usuarios low-end: Cuentan con poca experiencia y consideran que la trazabilidad es una imposición costosa de los sponsors o como una práctica obligatoria para cumplir con algún estándar.
- Usuarios high-end: Cuentan con más experiencia y consideran a la trazabilidad como un componente muy importante de la calidad del proceso de desarrollo de software. Utilizan herramientas y procesos para cumplir objetivos técnicos específicos como la integración con diferentes herramientas o con una plataforma ALM.

Las principales características de cada grupo de usuarios se pueden resumir en la tabla 1.

<b>Características</b>	<b>Usuarios Low-End.</b>	<b>Usuarios High-End</b>
Complejidad (cantidad promedio de requerimientos por sistema)	1.000 requerimientos.	10.000 requerimientos.
Experiencia en trazabilidad	De 0 a 2 años	De 5 a 10 años.
Definición de trazabilidad del usuario	Transformación de documentos desde requerimientos a diseños.	Incrementa la probabilidad de producir un sistema que satisface todas las necesidades de los usuarios y será fácil de mantener.
Principales aplicaciones de la trazabilidad	Creación y descomposición de requerimientos; Control de cambios;	Cubre a todo el ciclo de vida, incluyendo usuarios y clientes; Realiza la trazabilidad a lo



Verificación de cumplimiento largo de toda la definición de de los requerimientos. productos y procesos.

Tabla 1. Grupos de usuarios. RAMESH

## Herramientas de Gestión de Requerimientos

Actualmente todos los productos de la industria se realizan para software. Por eso es importante hablar sobre los distintos ciclos de vida sobre los que se basan las herramientas de gestión de requisitos. Los que vamos a mencionar son P.L.M. (Product Lifecycle Management) y A.L.M. (Application Lifecycle Management). Estos dos conceptos se pueden lograr integrar, pero es necesario saber que arrancan con enfoques distintos y además el vínculo no comenzó hace mucho tiempo. Otro concepto nuevo a la utilización de herramientas de gestión, es lo que sucede con SaaS (Software as a Service), comienza como evolución del modelo ASP (Application Service Provider).

## Herramientas SaaS

SaaS (Software as a Service) es un modelo complejo en el que pueden participar múltiples intervinientes (ejemplo: servicios web). Solo se utiliza lo que se necesita y se paga solo lo que se usa. Ofrece un servidor centralizado, establecido en la empresa que ofrece el producto como un servicio. Algunas características de las funcionalidades de software como servicio incluyen:

- Acceso y administración a través de una red,
- Actividades gestionadas desde una central remota, y no como sucede en otras situaciones que se almacenan en el cliente,
- La distribución del sistema se aproxima al modelo uno a muchos,
- Al momento de actualizar, se realiza sobre el servidor central,
- Frecuente integración con una red mayor de software de comunicación.



Características de las herramientas de gestión montadas sobre la nube:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ No hay necesidad de que se cuente con un área especializada,</li><li>❖ La responsabilidad sobre las operaciones, recae sobre las empresas de IT,</li><li>❖ No se desatiende al cliente,</li><li>❖ Provee los medios seguros de acceso en los entornos de la aplicación,</li><li>❖ No se necesita pagar una licencia para comenzar,</li><li>❖ Flexibilidad en el sistema en el uso de los sistemas operativos con cierta preferencia</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ La persona que trabaja de manera directa, no tiene acceso a su contenido ya que no se encuentra información a nivel local,</li><li>❖ El usuario no tiene acceso al programa,</li><li>❖ No permite al usuario migrar a otro servicio,</li><li>❖ Debemos siempre tener servicio de internet, que no se encuentra disponible,</li></ul>

## Herramientas P.L.M.

PLM (Product Lifecycle Management) es un tipo de producto y una disciplina que permite administrar el ciclo de vida completo de un producto desde su concepción, pasando por su diseño y fabricación, hasta su servicio y eliminación. Consiste en la gestión, a través de soluciones integradas de software, del ciclo completo de vida del producto, desde la concepción del producto con soluciones CAD (Computer Aided Design), pasando por el análisis y la optimización del producto con soluciones CAE (Computer Aided Engineering), llegando al análisis de cómo se va a producir y dar mantenimiento a este producto con soluciones DMF (Digital Manufacturing) y capturando, reutilizando y compartiendo con cada uno de los actores del ciclo productivo toda la información generada en cada una de las etapas antes mencionadas con soluciones PDM (Product Data Management). Los beneficios que estas herramientas generan son:

- Reducción tiempos de mercado,
- Productos de mayor calidad,

- Menores costos de prototipos,
- Ahorros a través de la reutilización de datos originales,
- Provee un marco para la optimización de productos,
- Ahorros a través de la completa integración de flujos de Ingeniería.

## Herramientas A.L.M.

ALM (Application Lifecycle Management) es un tipo de producto y una disciplina que permite gestionar el ciclo de vida de desarrollo de software.

ALM se basa en los siguientes pilares:

- Automatización del proceso de alto nivel: Los procesos deben ser ejecutables y la documentación de soporte debe ser de dominio público dentro de la organización.
- Visibilidad del progreso en los esfuerzos de desarrollo: El Project Manager debe ser capaz de ver el progreso en cualquier momento mediante cuadros de mando o reportes detallados en cualquier momento del proyecto.
- Trazabilidad entre los artefactos generados y usados a lo largo del proyecto.

Las soluciones ALM deben ser flexibles por lo que se centran en la coordinación entre las diferentes actividades de desarrollo.



Imagen 7



[Forrester] define ALM como: “La coordinación de las actividades del ciclo de vida de desarrollo incluyendo requerimientos, desarrollo, construcción y testing a través de:

1. Ejecución de los procesos que abarcan estas actividades
2. Administración de los artefactos usados o producidos por estas actividades.
3. Generar reportes del esfuerzo de desarrollo en su conjunto.”

Una solución ALM es una implementación de un fabricante que incluye software, procesos, soporte, capacitación y documentación. Una solución debe integrar todas las herramientas específicas de cada actividad del ciclo de vida de desarrollo para lograr la trazabilidad de todos los artefactos.

Los productos ALM más populares son:

- HP ALM
- Microsoft Team Foundation Server (TFS)
- IBM Rational Team Concert (RTC)
- Rally
- VersionOne
- Atlassian JIRA

## **Clasificación de las herramientas de Administración de Requerimientos**

En el mercado internacional existen varias soluciones informáticas para dar soporte a la administración de requerimientos cada una con diferentes funcionalidades y características.

[Carey y Peter] proponen una clasificación de las herramientas de acuerdo a su capacidad para integrarse con soluciones ALM.

- Herramientas standalone: Fueron desarrolladas específicamente para la administración de requerimientos. Pueden integrarse opcionalmente a plataformas ALM, pero la trazabilidad de los artefactos no siempre está garantizada porque depende de la calidad de los conectores que ofrece el proveedor.
- Plataformas ALM con administración de requerimientos para un solo repositorio: Muchos proveedores han incluido módulos de gestión de requerimientos. La trazabilidad de los artefactos está garantizada porque el módulo ya está integrado al ciclo de vida.



- Plataformas ALM con administración de requerimientos para varios repositorios: Son soluciones cuyos módulos de administración de requerimientos puede integrarse con otras soluciones ALM.

## **Funcionalidades de las herramientas de Administración de Requerimientos**

Antes de adquirir una herramienta para la administración de requerimientos es necesario tener los procesos optimizados y definidos porque las organizaciones pueden detectar mejor sus necesidades.

[Carey y Peter] detectaron que varias empresas y departamentos de IT estadounidenses no se centraban en sus procesos de gestión de requerimientos ni en sus necesidades reales al momento de armar los RFP, Request For Proposal, sino que se basaban en una lista de funcionalidades de varias herramientas disponibles en el mercado lo que los llevaban a decidirse por soluciones más complejas y caras de las que realmente se necesitaban.

Algunas de las funcionalidades que se esperan de una solución son:

1. Creación de workflow: Las herramientas de administración de requerimientos deben ofrecer funcionalidades workflows de trabajo de trabajo para armarlo de acuerdo al proceso de cambio de la organización.
2. Creación de baselines (o Líneas Bases de Requerimientos): En un proyecto los requerimientos pueden sufrir varios cambios con el tiempo por lo que es necesario generar baselines o líneas base, que consiste es congelar el estado de los requerimientos, y sus documentos asociados, en un punto de tiempo determinado y guardarlo para futuras comparaciones.

Cuando se genera una línea base se suele agregar información de los cambios ocurridos y la fecha en la que se congeló la versión. Esta información debería ser almacenada en un repositorio seguro para simplificar su posterior recuperación y comparar diferentes versiones.

3. Enlazar y seguir las relaciones entre los requerimientos: Cuando se incorporan nuevos requerimientos, o se modifican los existentes, es necesario detectar los requerimientos y artefactos que sufrirán el impacto para evaluar los costos del cambio. La información debe



presentarse de una forma visualmente intuitiva y cómoda por lo que la herramienta más utilizada es la matriz de trazabilidad.

4. Captura de requerimientos: La mayoría de los analistas que trabajan con artefactos de requerimientos elaboran documentos con algún procesador de texto como Microsoft Word o Apache OpenOffice. Las herramientas de gestión de requerimientos deben permitir importar ese tipo de documentos y ofrecer una interfaz sencilla para escribir nuevos requerimientos. Hoy en día las herramientas web son las más utilizadas, sobre todo aquellas que fueron diseñadas poniendo mucha atención en la usabilidad.

### Ventajas y Desventajas de las Herramientas de Gestión de Requerimientos

Es sabido que el almacenamiento de documentos de requerimientos y el uso de nuevas herramientas producen muchas limitaciones y beneficios, incluyendo los siguientes:

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Gestionar versiones y cambios,</li><li>❖ Almacenar atributos de requerimientos en una base de datos multiusuario,</li><li>❖ Almacenar información centrándonos en documentos,</li><li>❖ Agilizar el análisis de impacto,</li><li>❖ Tener seguimiento de los estados de los requerimientos,</li><li>❖ Tener control de acceso,</li><li>❖ Comunicación con los usuarios claves,</li><li>❖ Reutilización de Requerimientos,</li><li>❖ Importar documentos fuente,</li><li>❖ Definir atributos, filtrar y mostrar el contenido de la base de datos,</li><li>❖ Exportar requerimientos en</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Es difícil mantener los documentos actualizados y documentados.</li><li>❖ Los cambios se comunican a los miembros que se vieron afectados por los cambios, de forma manual.</li><li>❖ Complejo adjuntar información extra o suplementaria sobre cada requerimiento.</li><li>❖ Es difícil de definir los enlaces entre requerimientos funcionales y otros elementos del sistema.</li><li>❖ Resulta incómodo seguir el estado de los requerimientos.</li><li>❖ Cuando hay un requerimiento que varía de otra versión, un analista necesita poder mover de una especificación de requerimientos a otra.</li></ul>



<p>diversos formatos,</p> <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Establecer enlaces de trazabilidad y vinculando requerimientos a ítems almacenados en otras herramientas de desarrollo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Reusar un requerimiento, implica que un analista copie texto de una especificación original a una especificación única por cada sistema o producto donde se use el requerimiento.</li><li>❖ Resulta difícil para muchos miembros del proyecto modificar requerimientos, si están separados.</li><li>❖ No existe lugar para almacenar las propuestas de requerimientos rechazados y los eliminados de la línea base de requerimientos.</li></ul>
---	---

Ampliando el cuadro anterior, una herramienta de gestión que almacene esta información en una base de datos multiusuario genera una solución óptima a estas restricciones.

Algunas herramientas permiten importar documentos fuente, definir atributos, filtrar y mostrar el contenido de la base de datos, exportar requerimientos en diversos formatos, establecer enlaces de trazabilidad y vincular requerimientos a ítems almacenados en otras herramientas de desarrollo.

Las herramientas no reemplazan un proceso definido que los miembros del equipo de trabajo del proyecto siguieron para elicitar y administrar los requerimientos. Ya que no se debe esperar que la herramienta compense la ausencia de un proceso, la disciplina de trabajo, la experiencia, o el entendimiento de las cosas. Se pasará a explicar posteriormente que las características de las herramientas van mutando, ya que son productos en constante evolución.

Una de las distinciones más importantes entre herramientas es que pueden estar centradas en una base de datos o centradas en un documento. Los productos almacenados en la base de datos guardan todos los requerimientos, atributos y la información de trazabilidad en la base de datos. Dependiendo del producto, la base de datos es de tipo comercial o propietaria, relacional u orientada a objetos. Los requerimientos pueden ser importados desde varios documentos fuentes, pero luego se acumulan en la base de datos. En la mayoría, la descripción de un requerimiento es tratada como un atributo. Algunos productos nos permiten vincular requerimientos individuales a



archivos externos (tales como el Microsoft Word, Microsoft Excel, archivos gráficos y muchos más) que proveen información adicional de los contenidos del repositorio de requerimientos.

Por otro lado, el enfoque de centralización trata a los documentos en programas de procesamiento de texto (como Microsoft Word o Adobe FrameMaker) como un contenedor primario de los requerimientos. La misma aplicación permite resaltar cadenas de texto en un documento Word para guardarse de forma discreta en una base de datos. Una vez ahí, los requerimientos pueden definir atributos y enlaces de trazabilidad, como también sucede en el caso de las herramientas que se enfocan en las bases de datos.

Las herramientas no son baratas, pero el alto costo que existe en la relación entre requerimientos puede justificar claramente la inversión en ellas. También se debe reconocer que no solo se paga por una licencia. El costo también incluye la computadora principal, el mantenimiento anual, las actualizaciones periódicas y el costo de instalación de software, el rendimiento en lo administrativo, la obtención de soporte de consultoría de parte del vendedor y la capacitación necesaria para los usuarios. Es por eso, que al momento de tomar una decisión final con respecto al costo/beneficio se deben tener en cuenta esos costos adicionales.

[Karl E. Wieggers] La realidad nos muestra que a medida que transcurre el tiempo, las herramientas de trazabilidad se tornan más beneficiosas y el equipo de trabajo en la medida que avanza el tiempo tiende a olvidarse de las definiciones realizadas en un principio.

## **Capacidades de las Herramientas**

Existen diferentes tipos de características y habilidades dentro de las herramientas de gestión de requerimientos. Se pueden agrupar de varias maneras, pero en general determinan la forma en que se identifican los requerimientos y como se capturan desde el momento en que empieza un proyecto. Luego comienzan a asignarse los requerimientos a los distintos elementos del sistema. Una vez que esto sucede se realiza el análisis de trazabilidad para enlazar los distintos requerimientos con los distintos documentos que se necesiten vincular. Se gestionan los cambios de los requerimientos y el seguimiento necesario para poder comparar lo que sucede una vez que se implementan las solicitudes de cambio. Además esta información se puede obtener en distintos medios de salida. También se puede acceder de con accesos múltiples para los grupos de



trabajo. Asimismo, las herramientas también pueden vincularse con las interfaces de otras herramientas o de forma interna. Estas son algunas de las características que pueden llegar a tener las herramientas de trazabilidad, pero se detallan mejor en la planilla adjunta (ANEXO) cada una de las características de las herramientas, y si se logran cumplir con esas características de manera total, parcial o nula. Para conocer en detalle las características de las herramientas de gestión de requerimientos, es yendo a visualizar los Anexos.

Dentro de la implementación de la administración de requerimientos de forma automática, los usuarios pasan a ser un factor crítico. No se puede dar el visto bueno de una herramienta a menos que no se contemple la curva de aprendizaje y se invierta tiempo en ella. Ya que no se pueden esperar cambios de manera instantánea, por lo tanto no se puede basar el éxito de un proyecto en una herramienta que solo se la usa por primera vez. Se debe experimentar con la herramienta para poder ir ganando experiencia y luego si poder pasar a un proyecto grande.

### **Selección de una Herramienta**

La mejor idea la de tener un criterio de selección basado en la combinación entre la plataforma, el precio, los modos de acceso y el paradigma de los requerimientos (enfocados a las bases de datos o a los documentos) que mejor se adapte al contexto de desarrollo y cultura de la organización. También, se pueden dar casos en que un consultor externo se contrate para que evaluara la situación actual y ayude a seleccionar una herramienta. Se pueden definir ciertos pasos a la hora de seleccionar una herramienta:

1. Definir los requerimientos de la organización, determinar las capacidades que sean más importantes en la organización y que es lo que se desea integrar de la herramienta a implementar.
2. Listar los factores que influyen en la determinación de la decisión de selección.
3. Distribuir una puntuación entre los factores que se definieron anteriormente, dando más puntaje a los que considere más importantes.
4. Comparar las herramientas de gestión de requerimientos disponibles, y compararlas con cada uno de los factores de selección.



5. Calcular el puntaje de cada candidato basados en el peso que se le da a cada factor de selección.
6. Solicitar reportes de otros usuarios sobre los productos que sean candidatos en la selección.
7. Obtener copias de las evaluaciones hechas por los vendedores sobre las herramientas a adquirir. Y con esto asegurar tener la información necesaria para poder decidir por la herramienta más adecuada.
8. Evaluar las herramientas con un proyecto real pequeño. Ajustar el puntaje de las herramientas de ser necesario.
9. Para tomar la decisión, se deben combinar las calificaciones, los costos de licencia, los costos informados por el vendedor, la información de los usuarios y las impresiones de los miembros del equipo del producto.

## **Cultura Institucional**

Adquirir una herramienta es fácil, pero cambiar la cultura y proceso de aceptación es mucho más difícil. Algunas organizaciones se conforman con tener un documento para almacenar los requerimientos. Cambiar ese enfoque requiere de una distinta forma de pensar. Una herramienta genera que los requerimientos estén visibles para cualquier usuario clave que tenga acceso a la base de datos, y algunos interpretan esta disponibilidad como una amenaza sobre los requerimientos o sobre el proceso de ingeniería de procesos. Esta actitud implica, perdernos una oportunidad de tener muchos observadores para detectar posibles problemas en los requerimientos.

La mejor manera para arraigar una herramienta en la cultura de una empresa, es que los usuarios consideren más a los requerimientos como parte del ciclo de vida, de la misma manera como lo hacen con el código.

Es necesario para que exista una transición suave, asignar a una persona que se encargue de aprender el funcionamiento de la herramienta, tanto sus entradas como salidas. Luego, este partidario puede entrenar y enseñar al resto sobre el funcionamiento de la herramienta para que los proyectos lo adapten. Este compromiso lo debe tomar toda la organización, para aprender en



conjunto las operaciones que ofrece la herramienta y explotarla de manera eficiente. Una vez que se haga una base de datos de requerimientos que trabaje para la organización, y no se vuelvan a definir requerimientos sobre papel.

## Descripción de las Herramientas de Gestión

### BluePrint

BluePrint es una solución standalone desarrollada específicamente para la administración de requerimientos en grandes empresas, con equipos de trabajo dispersos geográficamente. Ofrece las siguientes funcionalidades:

- Posibilidad de definir workflows de procesos de desarrollo y gestión de requerimientos.
- Importación de documentos de Microsoft Word y Microsoft Excel.
- Importación de diagramas de Microsoft Visio.
- Integración con productos ALM.
- Trazabilidad bidireccional de requerimientos y artefactos.
- Control de cambios y versiones: Se registra histórico de cambios de todos los requerimientos de un proyecto. Posibilidad de vuelta atrás y versionados.
- Creación de líneas bases y comparación entre diferentes líneas bases.
- Buscadores con filtros avanzados para artefactos, requerimientos y relaciones.
- Accesos y permisos basados en roles.
- Integración con LDAP/Active Directory para administrar roles y usuarios.
- Generación de reportes e informes.
- Una interfaz gráfica similar a Microsoft Office.

En la imagen 8 se puede apreciar cómo se define un workflow de trabajo con BluePrint y en la imagen 9 se puede apreciar una matriz de trazabilidad.

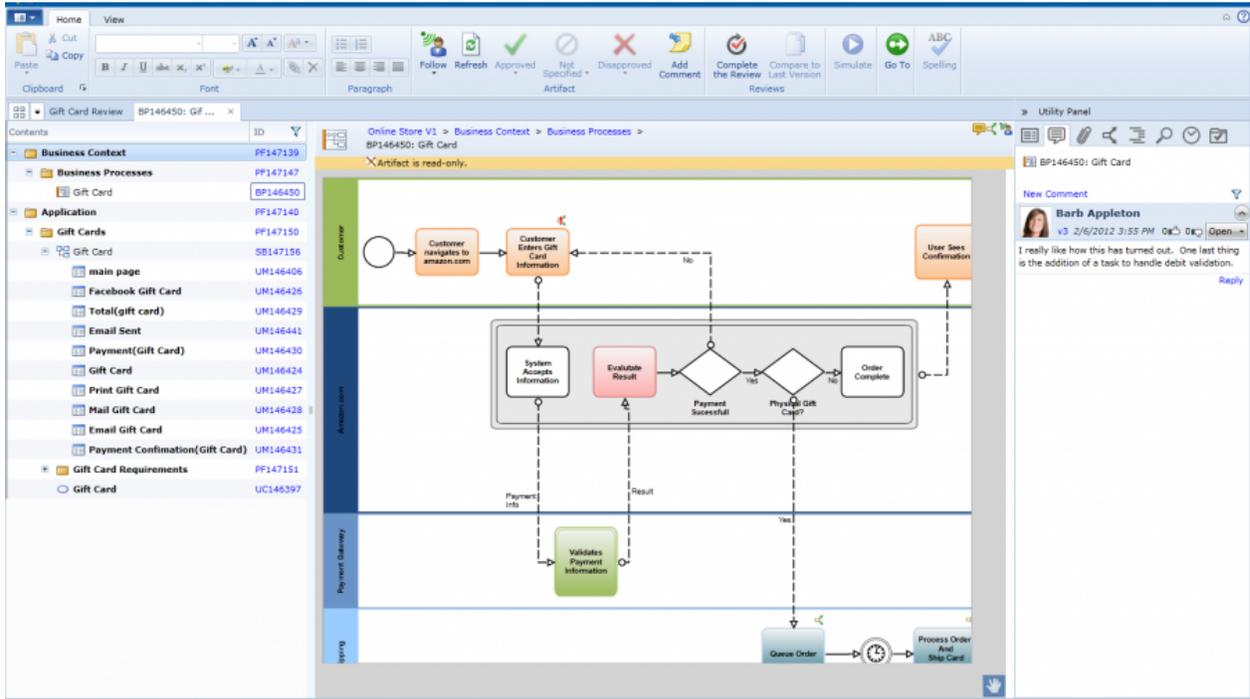


Imagen 8.

The screenshot shows a Traceability Explorer tool displaying a matrix of requirements and their associated artifacts. The requirements listed on the left include: 'Customer Service online', 'Reserve online', 'Reserve BP and partner flights', 'Travel agents', 'Edit Reservation', 'Manage Account online', 'Online chat', 'Join Rewards Program online', 'Comparison Shop', 'Upsell Hotel and Car', 'Email Itinerary and eticket', 'Payment', 'Payment to Partners', 'Change fee after ticketing', 'No changes within one hour before flight', 'Default Return Date', and 'User ID Format'. The artifacts listed at the top include: 'No changes within', 'Default Return Date', 'User ID Format', 'PW Format', 'International Flight', 'Points for Platinum', 'Transactions for link', 'Offer car only if a lig', 'Traveler Booking', 'Comparison Shop', 'Register for Review', 'BP Air Domain Diag', 'Organization Chart', 'Passenger Rights fr', 'Terms and Conditio', 'BP Air Priy+8 Oline', 'BP Airways', 'Login', 'Main Use Case Diag', 'Login', 'Google', 'Main Page', 'Customer', 'Airport Database', 'Select Flight', 'Confirm Itinerary A', 'Book a Flight', 'Enter Passenger Pa', 'Handle Incorrect Li', 'Flight booking', 'Book a Flight', 'Book a Flight', 'Book a Flight Lists', 'Database Request', 'Database Retrieve', 'Error screen', 'Choose Outbound F', 'Choose Return Flig', 'Itinerary and Price', 'Payment Method', 'Credit Card Paymen', 'Credit Card Recoun', 'Thank you', and 'Book a Flight'.

Imagen 9

BluePrint se puede integrar con los siguientes productos ALM:

- HP ALM
- Microsoft Team Foundation Server (TFS)
- IBM Rational Team Concert (RTC)
- Rally
- VersionOne
- Atlassian JIRA

La integración con productos ALM permite la trazabilidad entre los artefactos generados por cada herramienta. Un proyecto de BluePrint se puede integrar con múltiples soluciones ALM.

La integración entre BluePrint y una solución ALM se debe llevar a cabo con una herramienta llamada Blueprint Integration Manager cuyo objetivo es configurar los parámetros de conexión. En la imagen 10 se puede apreciar un diagrama de la arquitectura de integración de Blueprint.

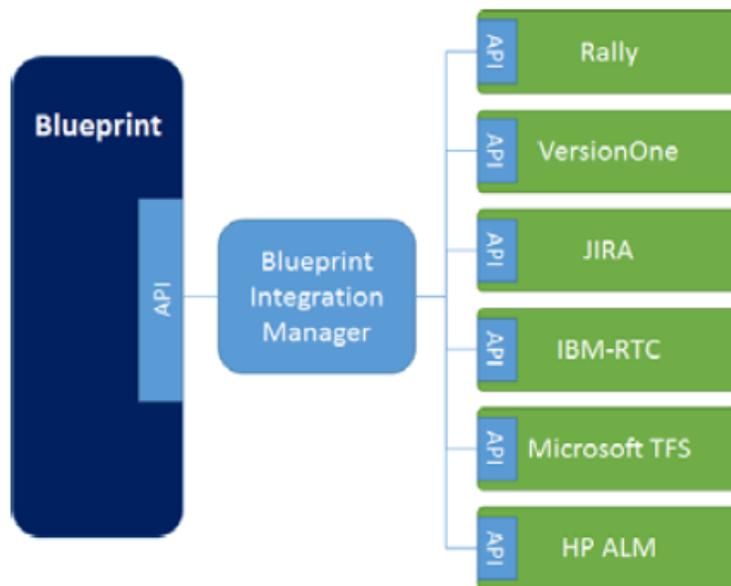


Imagen 10



## **IBM**

IBM Rational Software es parte de la familia de software de IBM para el despliegue, diseño, construcción, pruebas y administración de proyectos en el proceso de desarrollo de software. Dentro de sus productos conocidos se encuentra Rational RequisitePro que se inicio dentro de la compañía, pero con el tiempo se adquirió de otra herramienta de gestión de requisitos conocida en su momento como DOORS (Dynamic Object Oriented Requirements System) creado por la empresa Telelogic, esto genero que la empresa comience a ofrecer distintos tipos de soluciones según el contexto.

### **IBM® Rational RequisitePro**

Adentro de la administración de requisitos, RequisitePro es uno de los productos con varios años en el mercado. Considera de importancia la buena comunicación, la colaboración de los equipos y la reducción de posibles riesgos en los proyectos.

Dentro de los aspectos destacados de la herramienta se encuentran:

- Ofrece una integración avanzada con Microsoft Word,
- Se realizo sobre una base de datos robusta,
- Posee atributos de requisitos adaptables y filtrables,
- Provee trazabilidad y análisis de cobertura,
- Utiliza el análisis de impacto al momento de generar cambios, notificando vía e-mails,
- Crea y compara, líneas bases de requerimientos,
- Provee acceso web para los equipos,
- Ofrece flexibilidad en los informes,
- Incluye la capacidad de importar configuraciones,
- Se integra con el conjunto de soluciones que ofrece IBM Rational Software,
- Permite la definición de requisitos por el usuario,
- Permite configurar plantillas de proyectos y documentos.

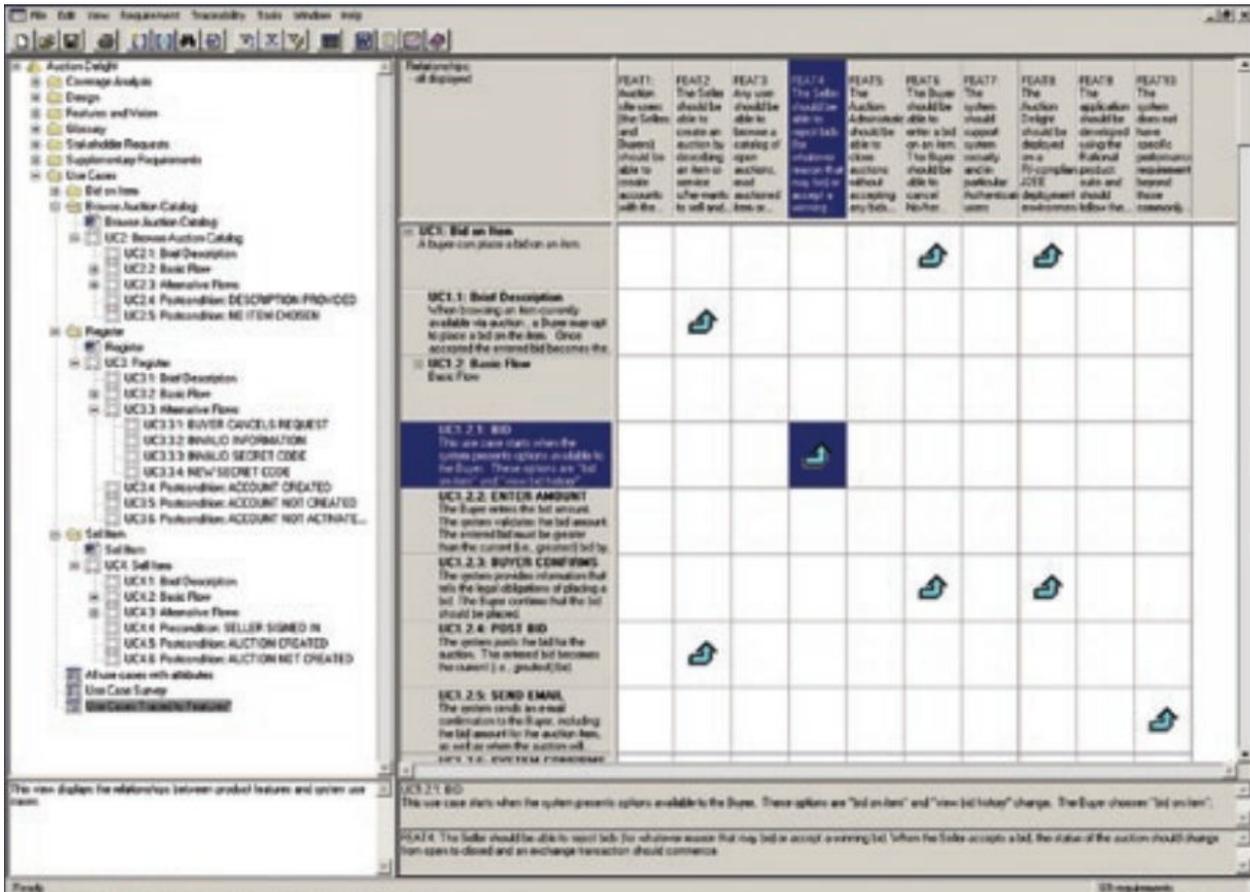


Imagen 11

La imagen 11 muestra el funcionamiento de la herramienta cuando se trabaja con la trazabilidad con el diagrama en árbol. Las relaciones de los requisitos se visualizan de manera que se puedan expandir o comprimir. A la derecha se muestra el detalle de los requisitos remarcados.

## IBM® Rational DOORS Next Generation

IBM Rational Doors es una herramienta especializada en administración requerimientos que se comercializa de dos formas:

- Como una solución Standalone capaz de integrarse a soluciones ALM como:
  - HP ALM
  - Atlassian JIRA
  - Microsoft Team Foundation Server (TFS)

- Como parte de una solución colaborativa llamada The IBM® Rational® solution for Collaborative Lifecycle Management (CLM) que brinda una plataforma unificada de administración del ciclo de vida de desarrollo de software que además incluye soluciones para:
  - Administración de la calidad
  - Administración de la configuración y cambios
  - Planificación de proyectos y trazabilidad entre los artefactos.

En la imagen 12 se pueden apreciar una representación de las soluciones que brinda IBM Rational Solution for Collaborative y como se pueden comunicar los diferentes módulos de la solución.

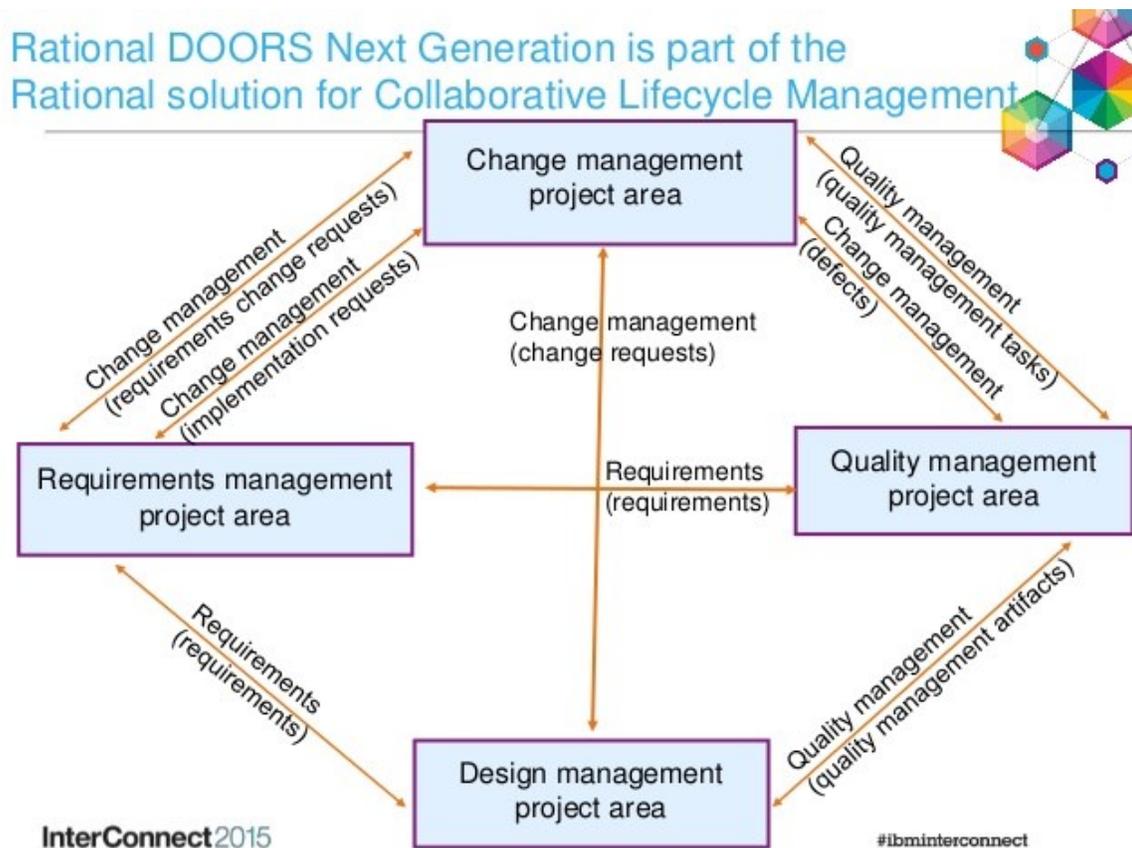


Imagen 12

La solución colaborativa de IBM es capaz de integrarse con otras herramientas ALM para permitir la trazabilidad de artefactos entre múltiples ciclos de vida. En la imagen 13 se puede apreciar una representación de la integración entre instancias de las siguientes herramientas:

- IBM DOORS Next Generation: Utilizado para desarrollar y administrar requerimientos.
- HP Quality Center o QC: Es una herramienta construida y comercializada por Hewlett Packard para administrar el ciclo de testing. En la imagen se puede observar que se permiten crear y ejecutar casos de prueba. Las evidencias son
- Atlassian JIRA

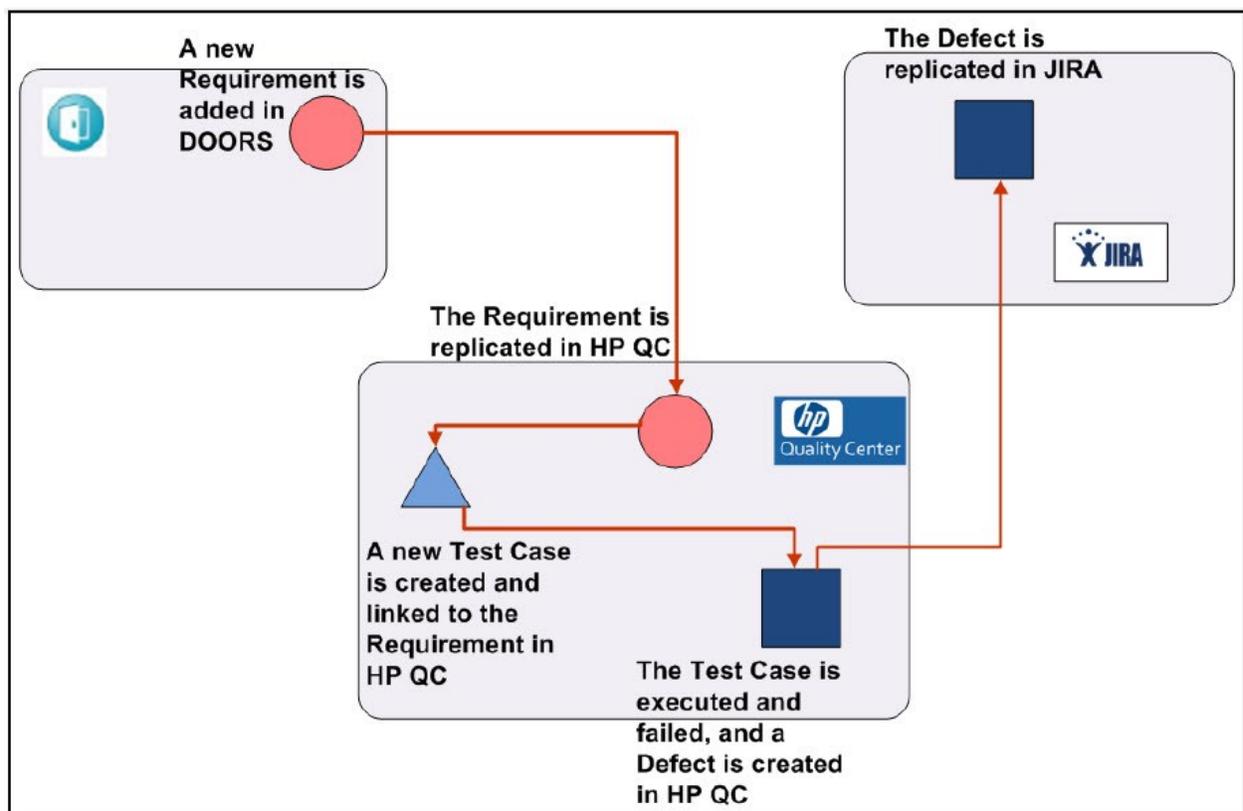


Imagen 13

IBM DOOR Next Generation ofrece las siguientes funcionalidades:

- Posibilidad de definir workflows de procesos de desarrollo y gestión de requerimientos.
- Importación de documentos de Microsoft Word y Microsoft Excel.



- Integración con soluciones ALM.
- Trazabilidad bidireccional de requerimientos y artefactos.
- Control de cambios y versiones: Se registra histórico de cambios de todos los requerimientos de un proyecto. Posibilidad de vuelta atrás y versionados.
- Creación y comparación de líneas bases.
- Buscadores con filtros avanzados para artefactos, requerimientos y relaciones.
- Accesos y permisos basados en roles.
- Conexión a un repositorio centralizado para la gestión de usuarios y roles.
- Generación de reportes e informes.
- Captura de requerimientos mediante interfaz web.
- Alta de requerimientos por lotes mediante importación de archivos de texto.

En la imagen 14 se puede apreciar una captura de pantalla de un listado de requerimientos de sistema capturas y documentados con IBM DOORS Next Generation.

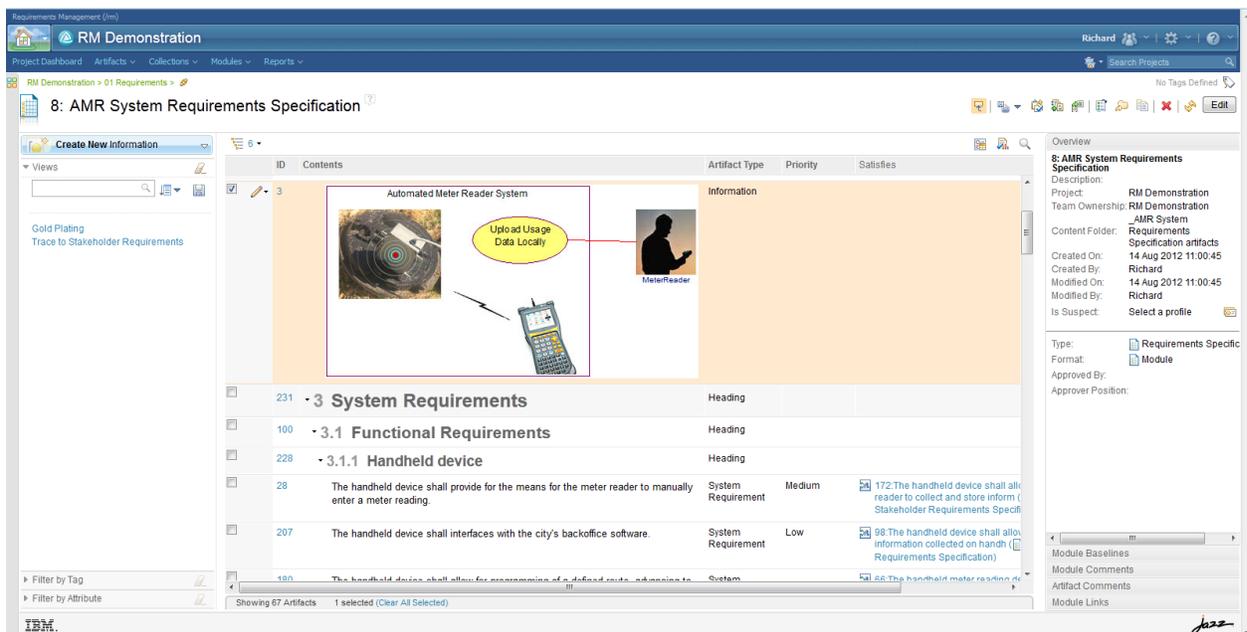


Imagen 14

La herramienta permite realizar la trazabilidad de los artefactos y representarla de 2 formas: de forma gráfica empleando grafos o de forma textual mediante enlaces dinámicos. En la imagen 15 se puede apreciar como representa la trazabilidad.

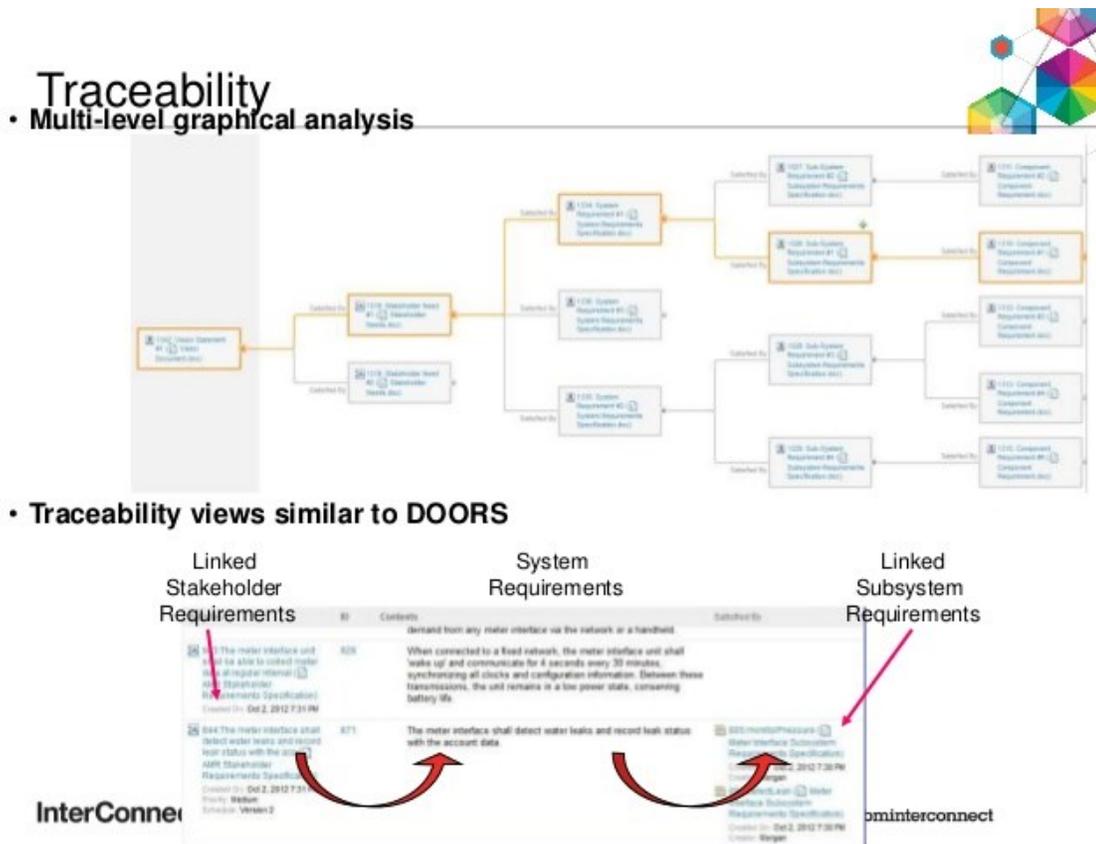


Imagen 15

Las licencias de IBM Rational DOORS tienen una vigencia de 12 meses y su precio varía de acuerdo a la cantidad y tipos de usuarios que la utilizarán y la plataforma sobre la cual se instalará. En la imagen 16 se puede apreciar una lista de precios libre de impuestos de las diferentes licencias en Estados Unidos, expresados en dólares estadounidenses.



**View Pricing and Buy**

13 title(s) found matching your search criteria. All prices are shown in USD.

**Detailed price list**

Select	Part description	IBM price excluding tax
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS family Authorized User License + SW Subscription & Support 12 Months (D09KNLL)	5,000.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS family for System z Authorized User License + SW Subscription & Support 12 Months (D09KRLL)	5,000.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS family Floating User License + SW Subscription & Support 12 Months (D09LELL)	11,500.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS family for System z Floating User License + SW Subscription & Support 12 Months (D09LGLL)	11,500.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS Web Access Reviewer for System z Authorized User License + SW Subscription & Support 12 Months (D0APULL)	1,160.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS Web Access Reviewer Floating User License + SW Subscription & Support 12 Months (D0APLLL)	7,170.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS Web Access Reviewer Authorized User License + SW Subscription & Support 12 Months (D0APSSL)	1,160.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS Web Access Reviewer for System z Floating User License + SW Subscription & Support 12 Months (D0APPLL)	7,170.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS Web Access Reviewer Authorized User Initial Fixed Term License + SW Subscription & Support 12 Months (D0APWLL)	550.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS Web Access Reviewer Floating User Initial Fixed Term License + SW Subscription & Support 12 Months (D0APXLL)	3,370.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS family for System z Floating User Initial Fixed Term License + SW Subscription & Support 12 Months (D0BKJLL)	5,440.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS family for System z Authorized User Initial Fixed Term License + SW Subscription & Support 12 Months (D0BKLL)	2,170.00
<input type="checkbox"/>	IBM Rational DOORS for HP Quality Center Interface Floating User License + SW Subscription & Support 12 Months (D09LTL)	1,560.00

**My shopping cart**

Items	0
Total*	0.00
Currency	USD

[View shopping cart](#)

- Pricing
- Shopping cart
- Checkout
- Review and submit order
- Order confirmation
- Download

Imagen 16

## TraceCloud

# API + Jira Integration

Fully functional Rest API

Jira Integration

Build your own integrations using the API

Imagen 17



TraceCloud ofrece las siguientes funcionalidades:

- Cuenta con un workflow de aprobación que abarca desde la creación de los requerimientos de negocio hasta la aprobación de los casos de pruebas y defectos corregidos.
- Importación de documentos de Microsoft Word y Microsoft Excel.
- Integración con una solución ALM, Atlassian JIRA.
- Trazabilidad bidireccional de requerimientos y artefactos.
- Control de cambios y versiones: Se registra un log histórico de cambios de todos los requerimientos de un proyecto. Se pueden versionar los artefactos y requerimientos también recuperar versiones anteriores.
- Creación y comparación de líneas bases.
- Buscadores con filtros avanzados para artefactos y requerimientos.
- Accesos y permisos basados en roles.
- Generación de reportes e informes.
- Captura de requerimientos mediante interfaz web.
- Alta de requerimientos por lotes mediante importación de archivos de texto, documentos XML o de Microsoft Word y Excel.

TraceCloud sintetiza las funcionalidades que ofrece en la imagen 18.

## Your Needs

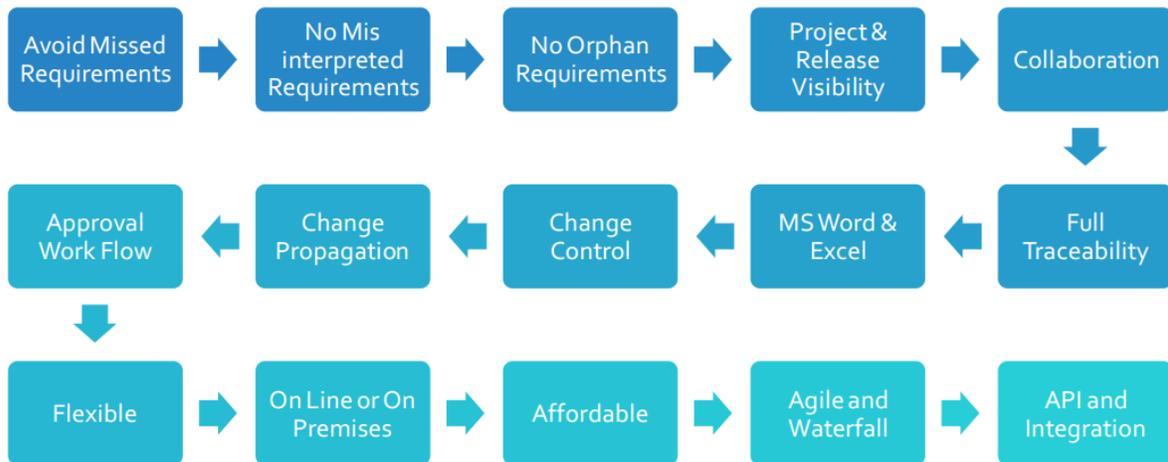


Imagen 18

La interfaz gráfica de TraceCloud está construida con componentes HTML estándar para que pueda ser usada desde cualquier navegador. En la imagen 19 se observa una captura de pantalla de la creación de un proyecto accedida desde un navegador web Google Chrome.

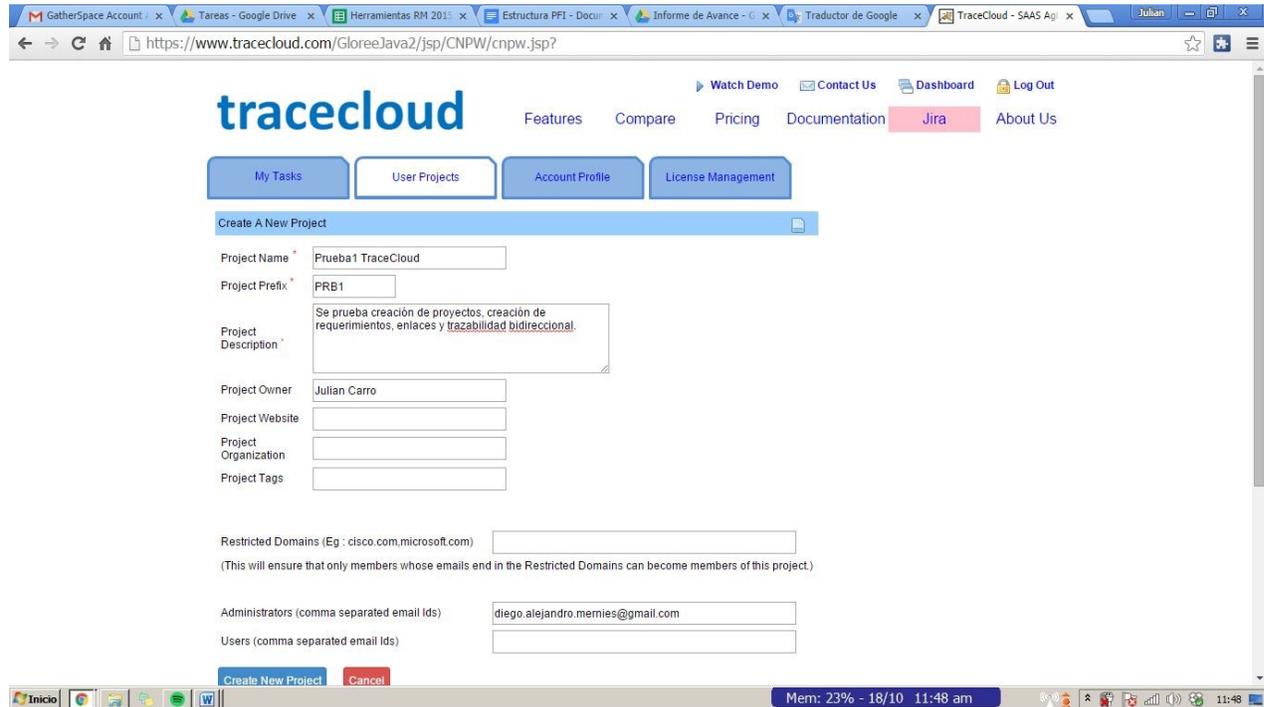


Imagen 19

La solución permite crear los enlaces entre los diferentes requerimientos y artefactos a medida que se van creando e importando. Cuando se realiza un análisis de trazabilidad se puede navegar a través de la interfaz web o exportar los reportes archivos Excel, Word o PDF. En la imagen 20 se muestra un ejemplo de un reporte de trazabilidad entre varios requerimientos de un proyecto y en la imagen 21 se muestra el mismo reporte exportado a un archivo XLS.

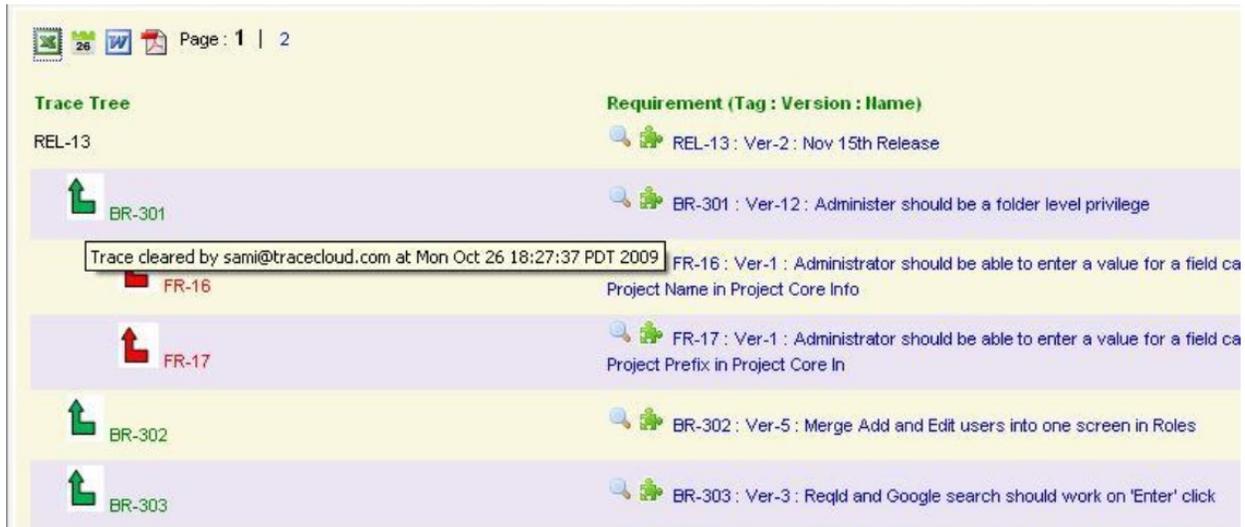


Imagen 20

Las fechas verdes con identificador BR-XXX representan Requerimientos de Negocio y las fechas rojas marcadas identificadas con códigos FR-XXX a requerimientos funcionales.

A1		Level 1				
	A	B	C	H	I	J
1	Level 1	Level 2	Level 3	Tag	Version	Name
2	REL-13			REL-13	2	Nov 15th Release
3		BR-301		BR-301	12	Administer should be a folder level privilege
4		ST	FR-16	FR-16	1	Administrator should be able to enter a value for a fi
5		ST	FR-17	FR-17	1	Administrator should be able to enter a value for a fi
6		BR-302		BR-302	5	Merge Add and Edit users into one screen in Roles
7		BR-303		BR-303	3	Reqld and Google search should work on 'Enter' clic
8		BR-304		BR-304	2	Back button of the browser does not work
9		BR-305		BR-305	2	Trend Folder Metrics
10		BR-306		BR-306	2	Release metrics

Imagen 21

Como se puede apreciar en la imagen 22, TraceCloud también permite representar la trazabilidad de los requerimientos mediante una matriz cuyas filas representan al origen de los requerimientos (From Reqs) y las columnas el destino (To Reqs).

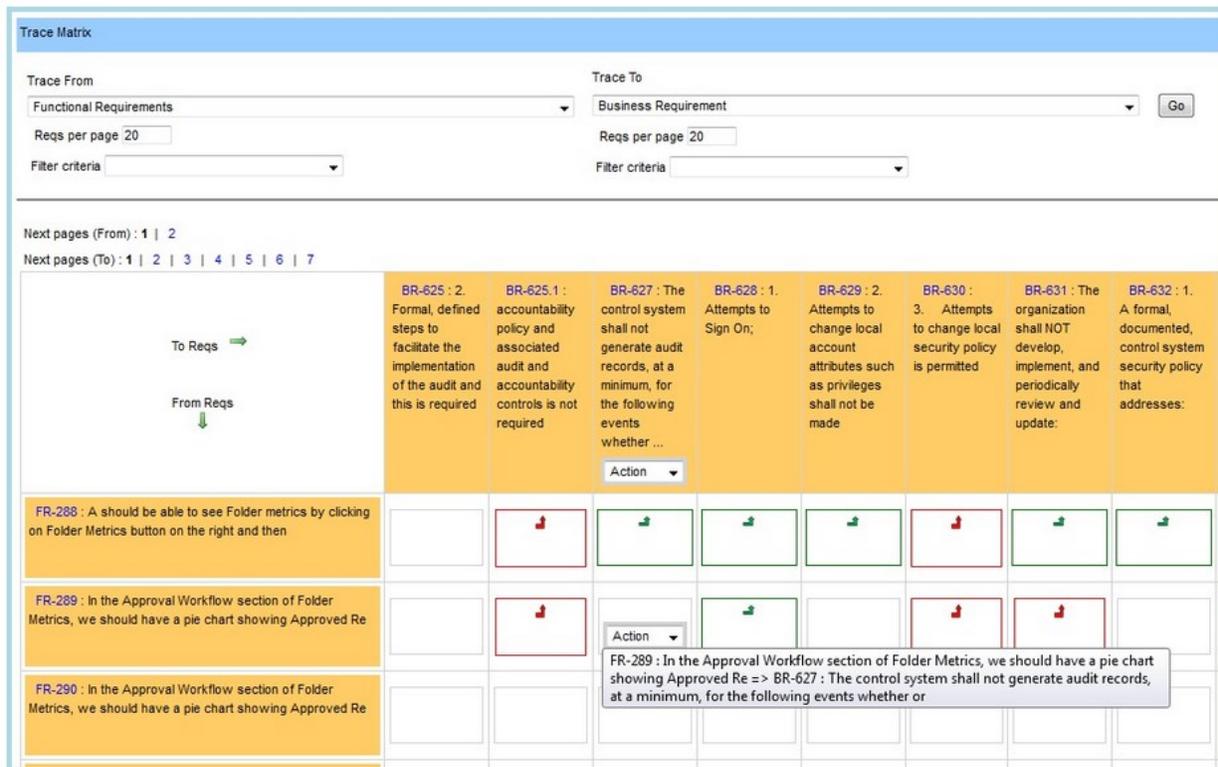


Imagen 22

Si se opta por utilizar la herramienta como una solución SaaS se pueden optar por comprar dos tipos de licencias.

- Licencias de Usuario: Para ser utilizada por usuarios particulares. En la tabla 2 se muestran los precios:



<b>Tipo Licencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Mensual</b>
Licencia de usuario con permisos de sólo lectura	El usuario puede acceder a ver una cantidad ilimitada de requerimientos en un sistema	U\$ 25
Licencia de usuario con permisos de lectura y escritura	El usuario puede acceder a ver y crear una cantidad ilimitada de requerimientos en un sistema	U\$ 30

Tabla 2. Precios de las licencias de usuarios de TraceCloud, en dólares estadounidenses consultado el 10/2015.

- Licencia de Proyecto: Destinada a proyectos cuya cantidad de requerimientos varía. En la tabla 3 se detallan los precios de este tipo de licencias.

<b>Cantidad de Requerimientos</b>	<b>Precio</b>
menos de 5.000	U\$ 350
entre 5.000 y 10.000	U\$ 700
más de 10.000	U\$ 1.000

Tabla 3. Precios de las licencias de proyectos TraceCloud, en dólares estadounidenses, consultado el día 10/2015.

## **Serena Dimensions RM**

En un principio, se inició como una herramienta que no formaba parte de la nube. Hoy en día se ofrece como una aplicación web que permite definir y gestionar requerimientos en organizaciones que necesiten el trabajo colaborativo de personas que pueden estar dispersas geográficamente. Forma parte de una solución ALM desarrollada por Serena Inc.

Serena Dimensions RM ofrece las siguientes funcionalidades:

- Definición de workflows de trabajo para utilizar la herramienta de acuerdo los procesos



de la organización.

- Importación de documentos de Microsoft Word y Microsoft Excel.
- Integración con otros productos de Serena Dimensions como:
  - Prototype Composer: Es una herramienta que permite generar prototipos sin codificar código fuente. Suele ser utilizada en las etapas de elicitación de requerimientos y análisis de sistema.
  - Serena Dimensions CM: Es una herramienta de gestión del cambio y de la configuración e incluye funcionalidades para: compilar soluciones y realizar los pasajes entre los diferentes ambientes, por ejemplo desarrollo, test y producción.
- Integración con HP Quality Center para asegurar la sincronización entre los casos de uso y las actividades de QA, Quality Assurance.
- Integración con Enterprise Architect para asegurar la sincronización entre los modelos de análisis y diseño, y los requerimientos.
- Trazabilidad bidireccional de requerimientos y artefactos.
- Control de cambios y versiones:
- Creación y comparación de líneas bases.
- Buscadores con filtros avanzados para artefactos y requerimientos.
- Accesos y permisos basados en roles y derechos.
- Generación de reportes e informes.
- Captura de requerimientos mediante interfaz web.
- Alta de requerimientos por lotes mediante importación de archivos CSV, XML, Microsoft Word y Excel.

Los artefactos que se pueden crear con la herramienta son:

- Requerimientos.
- Planes de Pruebas.
- Casos de Prueba y su ejecución.
- Defectos e incidencias.

Además la herramienta, cuenta con un editor gráfico de workflows de trabajo para definir los

procesos de acuerdo a las necesidades de la organización. En la imagen 23 se puede apreciar un ejemplo de la definición de los diferentes estados de un requerimiento en un proyecto.

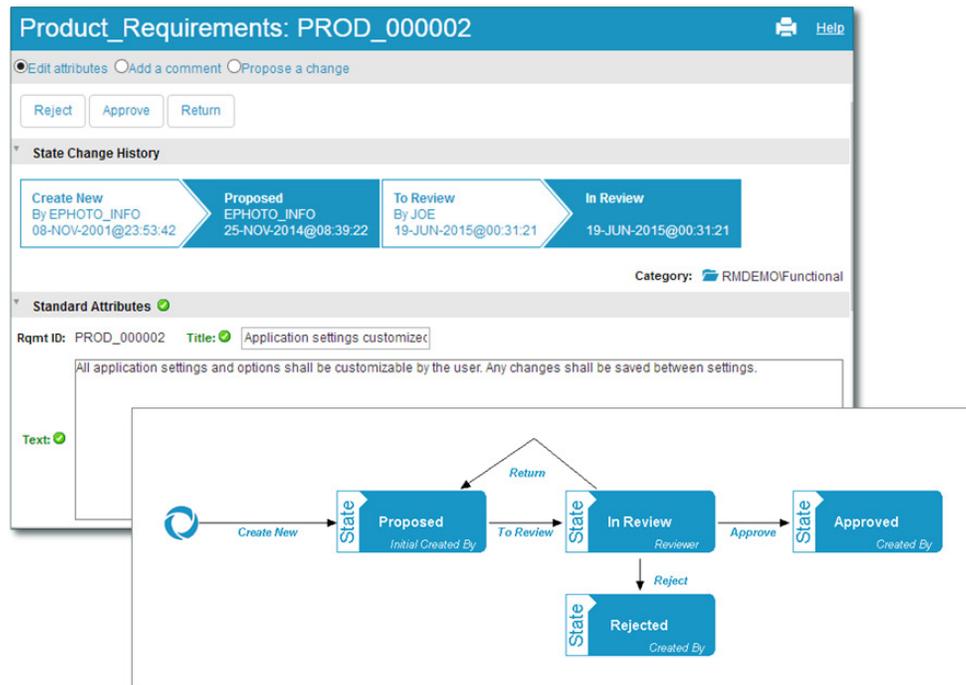


Imagen 23

Serena Dimensions permite representar la trazabilidad gráfica o tubularmente como se ilustra en las imágenes 24 y 25 respectivamente.

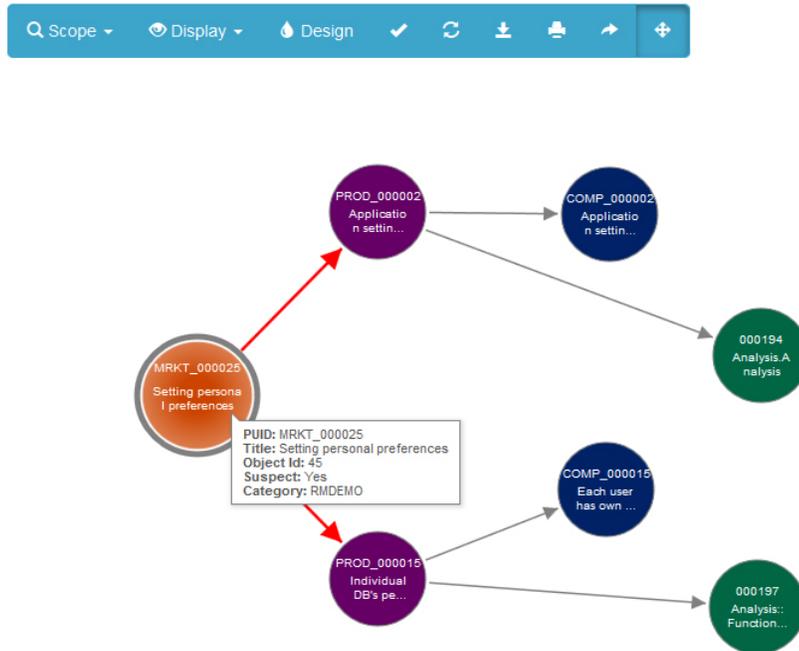


Imagen 24

MARKETING_REQUIREMENTS		PRODUCT_REQUIREMENTS			COMPONENT_REQUIREMENTS		
Reqmt ID	TITLE	Reqmt ID	TITLE	Priority	Reqmt ID	TITLE	Verification Method
MRKT_000001	Photo will be an online photo album	PROD_000003	Default window size		COMP_000003	Default window size 140x100	Test
		PROD_000004	Expand image to full size	High	COMP_000004	Images can be expanded to full size	Test
					COMP_000047	Capturing scanned photos	Test   Demo   Analysis
MRKT_000002	Support Advantix formats	PROD_000020	256 color VGA	High	COMP_000020	Minimum VGA supported	
MRKT_000003	Runs on "standard" home PC	PROD_000021	Run on 300 Mhz celeron with 32 megs of ram	High	COMP_000021	Will run on 300 Mhz Celeron with 32 megs ram	
		PROD_000022	Install footprint less than 5 megs of disk space	High			
MRKT_000004	Annotate photos with text	PROD_000004	Expand image to full size	High	COMP_000004	Images can be expanded to full size	Test
		PROD_000006	Multiline annotations	Medium	COMP_000006	Multiline test annotations	Test   Demo   Analysis
		PROD_000007	Cut and paste	Medium	COMP_000007	Cut and paste text	
		PROD_000008	Search and replace	High	COMP_000008	Search and replace supported	
MRKT_000007	On-line help provided						
MRKT_000020	Provide photo special effects	PROD_000005	Remember last 5 images	High	COMP_000005	Last 5 images will be remembered	Test
MRKT_000021	Border layouts provided						
MRKT_000022	Photo meta-info can be stored						
MRKT_000023	Displaying stored photo info	PROD_000002	Application settings customized and stored	High	COMP_000002	Application settings will be saved	Test
MRKT_000024	Stored photo slideshows	PROD_000015	Individual DB's per user	High	COMP_000015	Each user has own DB	
MRKT_000025	Setting preferences						
MRKT_000026	Application preferences remembered						
MRKT_000027	Production cost less than \$50						
MRKT_000029	System response times						
MRKT_000030	System weight						
MRKT_000031	System comes in different colors						
MRKT_000033	Maintenance levels						
MRKT_000034	Photo Registration						

Imagen 25



## Enterprise Architect

Es una plataforma de diseño, visualización y modelado basada en el estándar de UML. Tiene la capacidad de capturar y controlar la complejidad de los dominios con una visión de acceso unificado.

La herramienta soporta las siguientes funcionalidades:

- Definición y modelado completo del ciclo de vida. La trazabilidad desde los modelos de requerimientos, análisis y diseño, hasta la implementación y despliegue.
- Capacidades de control de versiones integradas.
- Simulación de modelos de negocio de manera dinámica.
- Captura de requerimientos formales.
- Genera un análisis de impacto para trazar entre los cambios que se proponen y los requerimientos originales.
- Integra y conecta un amplio rango de información estructural y de comportamiento en forma visual.
- Busca y produce documentación detallada a través de los reportes con la información que se necesite, y con diversos formatos.
- Permite trabajar con la ingeniería inversa de código fuente, para navegar de manera más ágil entre el modelo y el código.
- Administra la línea base y las versiones para reconocer e integrar cambios.
- Seguridad basada en roles para que solo las personas correctas contribuyan de la forma correcta.
- Admite depurar, compilar y visualizar el código ejecutable.
- Soporta el modelado de esquemas de bases de datos y generación automática de scripts para distintos gestores de bases de datos.

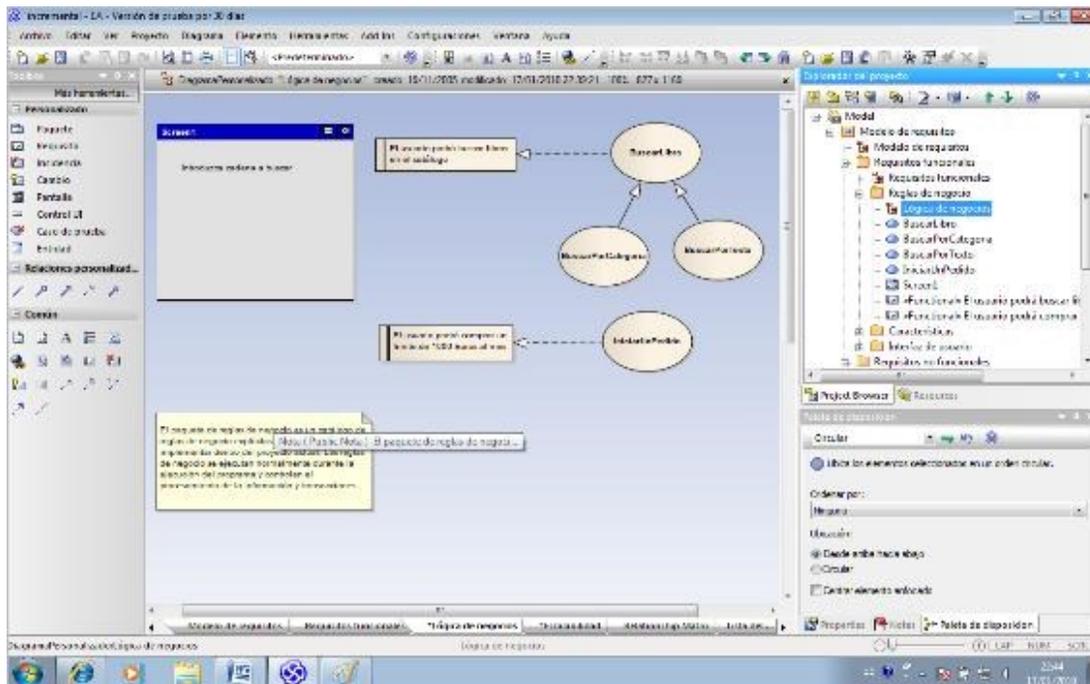


Imagen 26

Matriz de relaciones

Origen: Modelo de requisitos Tipo: CasoDeUso Tipo de vínculo: Realization Perfil:

Destino: Modelo de requisitos Tipo: Requisito Dirección: Origen -> Destino Actualizar Opciones

	Escalabilidad: En sistema soportará 50 usuarios sim	Reglas de negocio: El usuario podrá buscar libros en	Reglas de negocio: El usuario podrá comprar un lim
Reglas de negocio: BuscarLibro		↑	
Reglas de negocio: BuscarPorCategoria			
Reglas de negocio: BuscarPorTexto			
Reglas de negocio: IniciarUnPedido			↑

Imagen 27

Esta herramienta trabaja la trazabilidad de forma completa. Desde mapas conceptuales con los requerimientos hasta el diseño y despliegue del software. Además, soporta una visualización sólida y con colaboración eficiente requerida en los grandes entornos que tienen mucha demanda.

Permite capturar las relaciones de implementación y dependencia en el modelo. Esto lo realiza mostrando la información a través de links, utilizando los distintos diagramas del modelo.

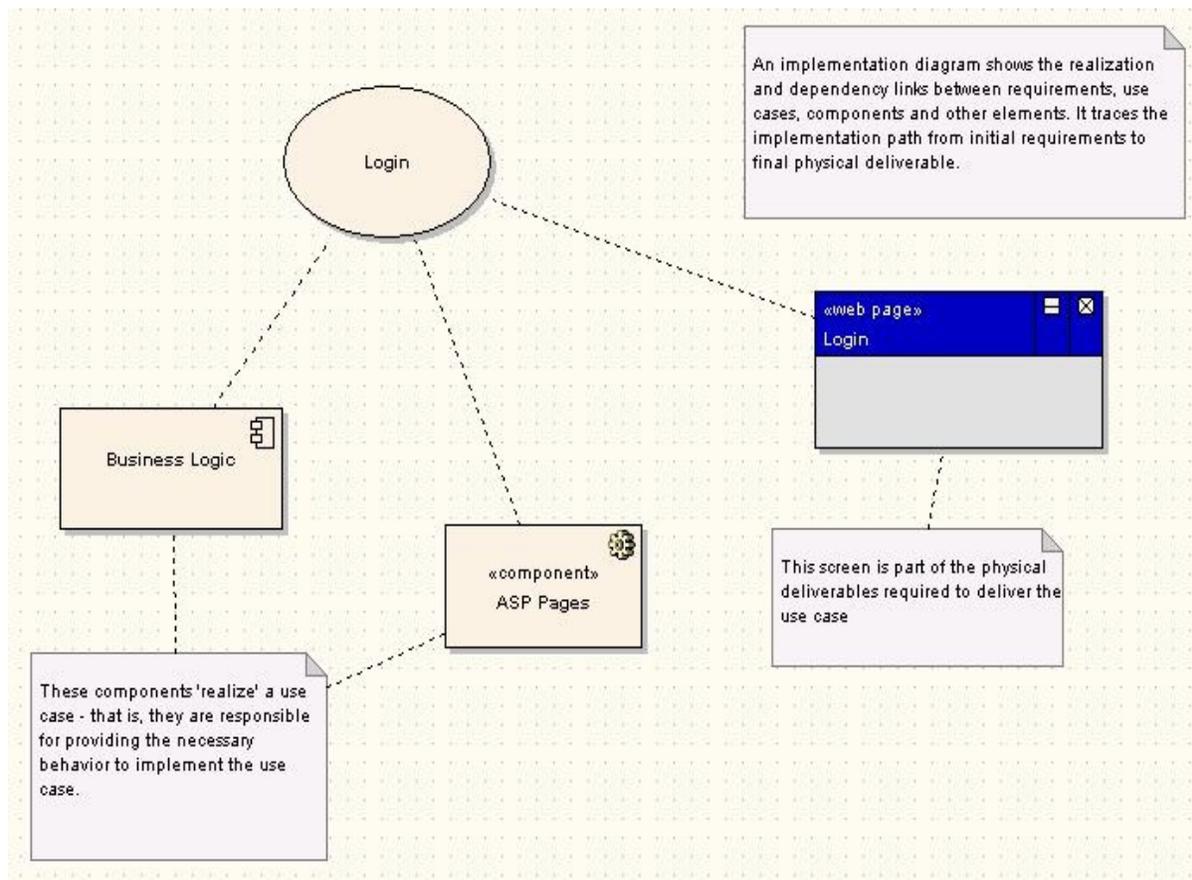


Imagen 28

La imagen 28 nos muestra las relaciones entre los requerimientos, los componentes y el elemento físico final entregado. Ejemplificando la trazabilidad desde el inicio de los requerimientos hasta el elemento entregado.

## Kovair Global Lifecycle

Es una plataforma de integración y desarrollo configurable que ofrece una serie de herramientas y procesos para administrar el ciclo de vida de las aplicaciones. Además, forma parte de las soluciones integradas de ALM, en donde se analiza la gestión de ciclo de vida de aplicaciones como ciclos de pasos interrelacionados que se repiten en varias oportunidades. Estos pasos, como se menciona anteriormente, incluyen: Definición, diseño, desarrollo, pruebas, despliegue y gestión. A su vez cada paso debe poder ser monitoreado y controlado.

Con esta idea de finalizar el ciclo de vida de las aplicaciones, esta herramienta se encarga de integrar distintos módulos para generar un marco adecuado para cada etapa de ALM. También busca lograr una calidad y un rendimiento en todo el ciclo de vida.

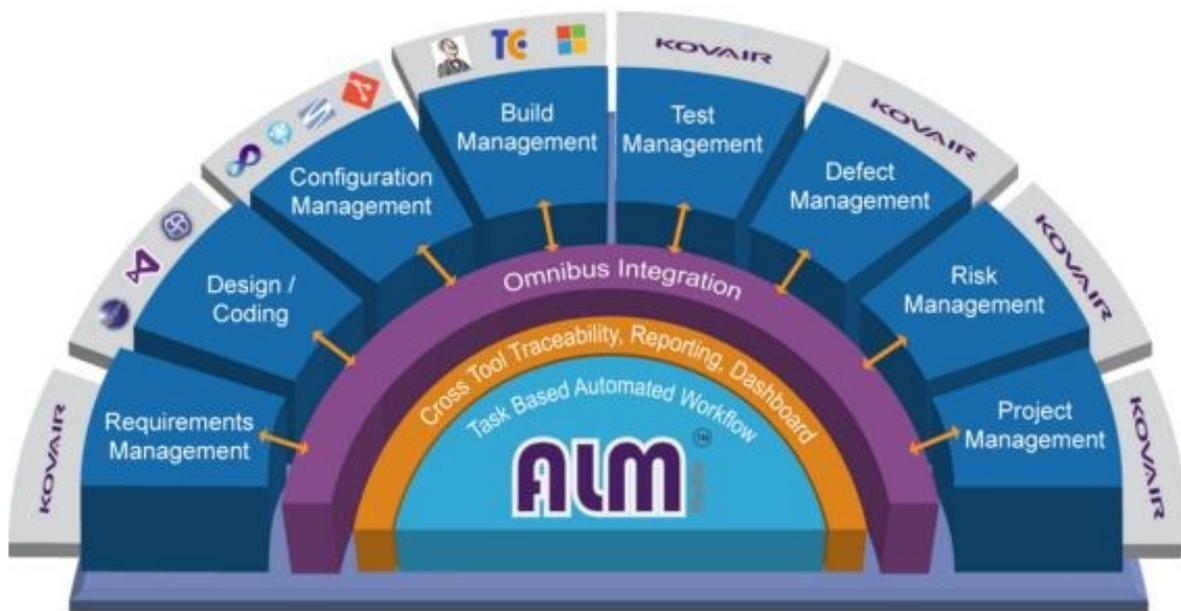


Imagen 29

Esta disposición, como lo muestra la imagen 29, logra informar a los interesados en tiempo real de lo que sucede con datos que provienen de cada uno de las herramientas que están conectadas. Dispone también, de una interfaz sencilla para la creación de informes



personalizados. A su vez, la disposición de los mismos puede ser en cualquier momento y lugar a través de un acceso web. Con esta herramienta, los administradores pueden identificar más rápido las etapas del ciclo de vida con más inconvenientes.

Dentro de las herramientas que componen a Kovair Global Lifecycle se encuentran asociados los siguientes módulos:

- Gestión de Requerimientos:
  - Proporciona una plataforma de entrada, que encuentra distintos mecanismos configurables para obtener los requisitos de entrada. Colaborando en el desarrollo, y considerando el seguimiento de las especificaciones originales.
- Gestión de Pruebas:
  - Es una solución basada en su totalidad en poder proveer flexibilidad y completa para hacer pruebas manuales y automatizadas. Esta rígidamente integrado con otros módulos de ALM, ofreciendo con esto una solución de gestión de pruebas integradas.
- Gestión y modificación de errores:
  - Es una plataforma global y configurable para la captura de problemas, buscando la colaboración para su revisión, solucionándolos y testeándolos. Estos defectos pueden ir creándose de manera automática posteriores a las pruebas, como también existe la posibilidad de ir priorizándolos.
- Gestión de Riesgos:
  - Este modulo considera a los riesgos como eventos inciertos que van a suceder en el futuro con una cierta probabilidad de ocurrencia y con un potencial de perdida. Se trata de uno de los obstáculos críticos en los proyectos y en la realización del ciclo de vida. Tiene la capacidad de monitorearlos en tiempo real, y verificar la importancia del riesgo, el tipo y el estado.
- Gestión de Proyectos:
  - Esta plataforma se encarga de la planificación de actividades, organización, asignación y control de recursos, los procedimientos, las tareas y protocolos para lograr los objetivos específicos del proyecto que se encuentre activo. Su principal desafío es satisfacer todas las metas y objetivos de los proyectos teniendo en cuenta



las limitaciones que puedan existir. Dentro de estas limitaciones se consideran principalmente el alcance, tiempo, calidad y presupuesto.

La trazabilidad se encuentra considerada a lo largo de toda la herramienta, y en el caso de las distintas herramientas ALM que ofrece, se considera el soporte bidireccional de la trazabilidad con el análisis de impacto proactivo y reactivo. Dentro del desarrollo y la detección de riesgos, se plantea la relación de las aplicaciones con el resto de los artefactos.

### **InteGreat**

Esta herramienta facilita que el usuario pueda realizar elicitación, análisis, validación, revisión y gestión de requerimientos de manera eficiente. Provee una centralización del entendimiento de los requisitos en común para los usuarios involucrados en el proyecto, mientras automáticamente genera documentación, diagramas, simulaciones y casos de testeo requeridos.

Las características que definen a la herramienta son:

- Vínculos con herramientas de Microsoft, lo que facilita la creación y actualización de requerimientos desde el paquete Office,
- Reutilización de Requerimientos, se agrupan los conocimientos de los interesados. Para poder facilitar la creación, reutilización, transmisión y análisis de los requerimientos de negocio,
- Generar testeos automatizados, definiendo distintos escenarios y casos de testeo.
- Validar requerimientos con la simulación de alta fidelidad, para replicar la experiencia que tendrá el usuario final cuando se finalice el proyecto,
- Institucionaliza las buenas prácticas de los requerimientos con diversos templates,
- Colaboración en equipo sobre entendimiento de los requerimientos, el desarrollo y en las discusiones basadas en el proyecto. Todo con el fin de poder lograr un desarrollo cohesivo de los requerimientos,
- Permite la relación de la herramienta con la aplicación de Microsoft Visio.

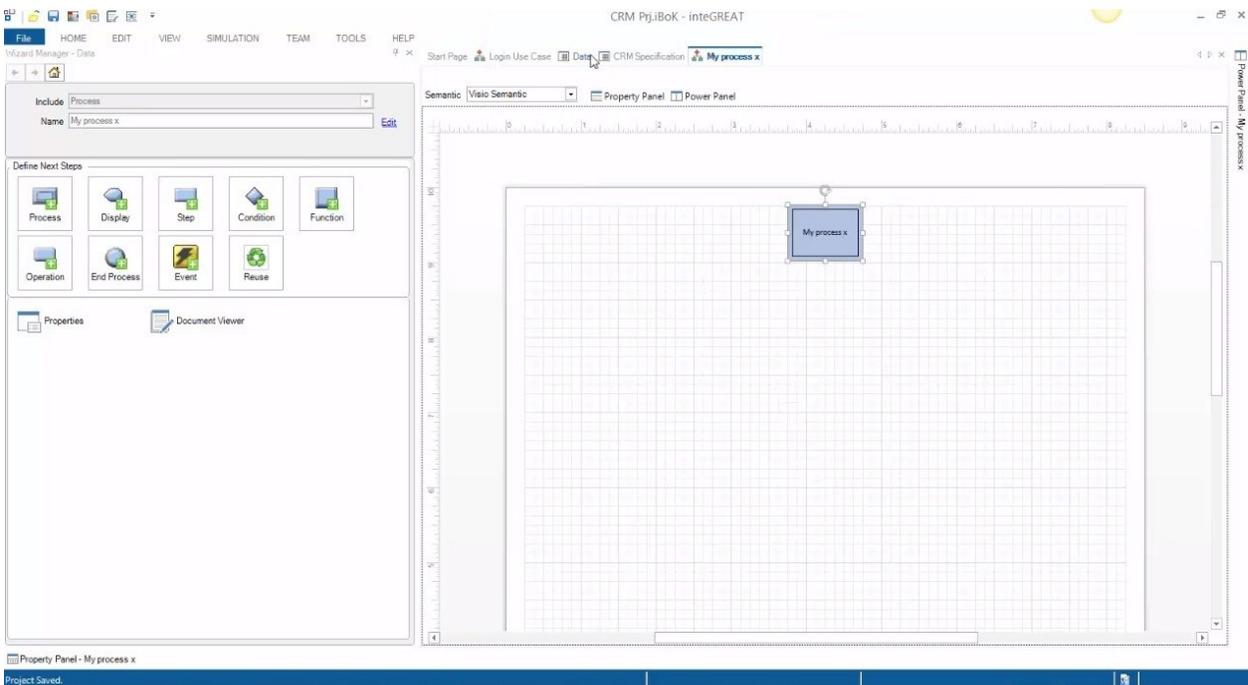


Imagen 30

La trazabilidad, en esta herramienta, se da en varios puntos que nos permiten relacionar las estrategias de negocio, los requerimientos y las reglas de negocio a los distintos elementos, procedimientos, casos de uso, reportes de requerimientos, simulación y modelos de decisión. Logrando generar reportes visuales de trazabilidad.

## MKS Integrity

Esta herramienta proporciona la cobertura completa del ciclo de vida en las aplicaciones de gestión de requerimientos, implementando los cambios a través de una única solución. Luego del año 2011 paso a formar parte de una solución más completa conocida como PTC, que provee de varios productos y servicios a lo largo de los ciclos de vida de los proyectos. Como sucede con las empresas que van adquiriendo diferentes soluciones y ofrecen mayor conectividad e inteligencia, logrando que se optimicen las actividades a lo largo de toda una organización. La solución ALM que se ofrece esta subdividida en cuatro soluciones complementarias:

- Solución global de desarrollo de software: Se encarga de gestionar el flujo de activos y actividades durante todo el ciclo de vida del desarrollo de software. Incluye funcionalidades



como la automatización de procesos de trabajo, en conjunto con la automatización agile, la gestión de las configuraciones de software, el seguimiento de cambios, problemas y defectos, los informes y las métricas.

- Solución de requerimientos y validación: Permite a los equipos de trabajo la captura, gestión, validación y verificación de los requerimientos del producto y de la línea del producto en todo el ciclo de vida del producto. La trazabilidad de punta a punta reduce los riesgos, mientras que la comprensión de cambios y la gestión de las auditorias favorece la entrega de reportes.
- Solución de modelos de ingeniería de sistemas: Contiene todas las capacidades que se necesitan para la ingeniería de sistemas, incluyendo a la ingeniería de sistemas basada en modelos, la validación de modelos, la ingeniería en la línea de productos, una librería de activos para ser modulada, los sistemas de diseño de sistemas, y el modelo de simulación que valida el diseño y todas las ideas anteriores en el ciclo de vida del producto.
- Solución de modelado de software: Permite trabajar con lenguaje de diseño UML basado en estándares, y automáticamente generar código de software en lenguajes de programación populares. Los cambios en cualquiera de los modelos o código se sincronizan automáticamente para mantener el modelo y el código en perfecta alineación. La integración resultante del diseño y el desarrollo ayuda a reducir el tiempo de entrega del software, eliminar los errores de codificación manual y asegura la fidelidad de los requisitos, modelos y código.

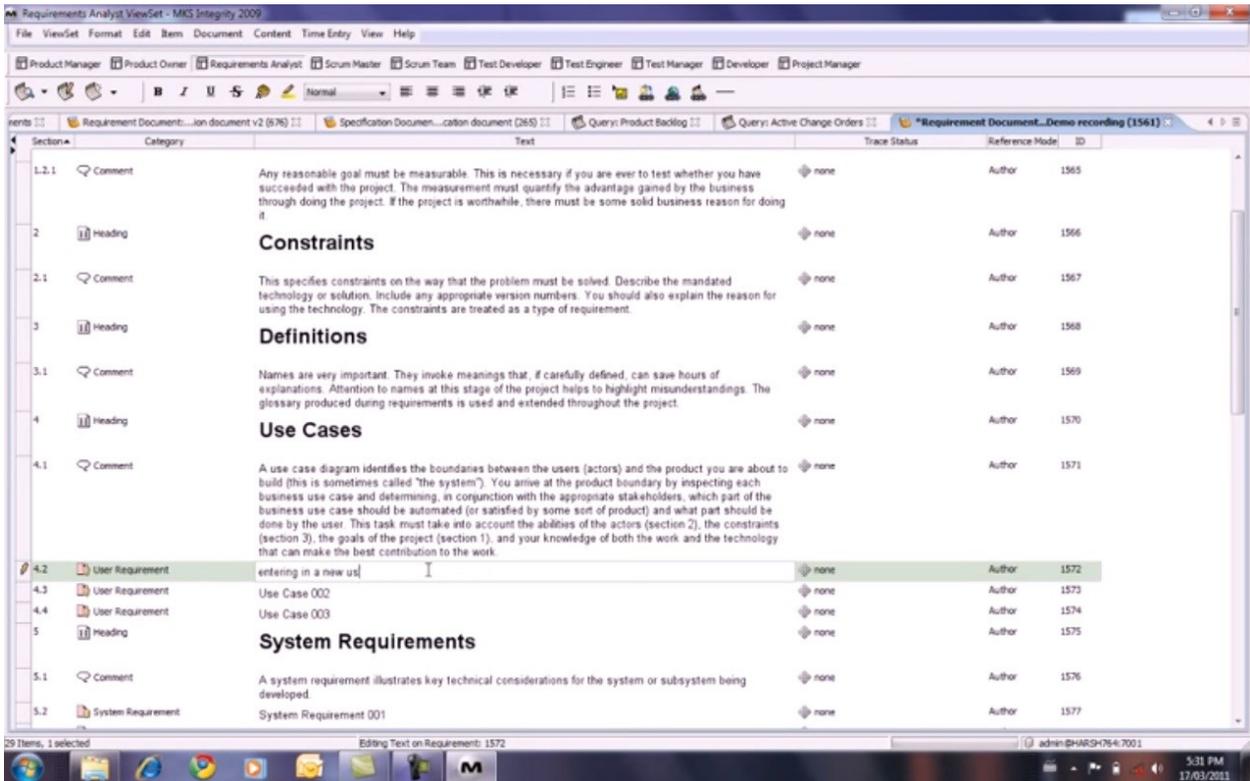


Imagen 31

## Teamcenter Requirements

Es un conjunto de aplicaciones de gestión de ciclo de vida de producto (PLM) de software. Lo creo inicialmente EDS PLM Solutions, lo que hoy en día se conoce como Siemens PLM Software. A continuación se muestra un ejemplo de cómo se capturan los requerimientos y como se vincula esta herramienta al procesador de textos Microsoft Word:

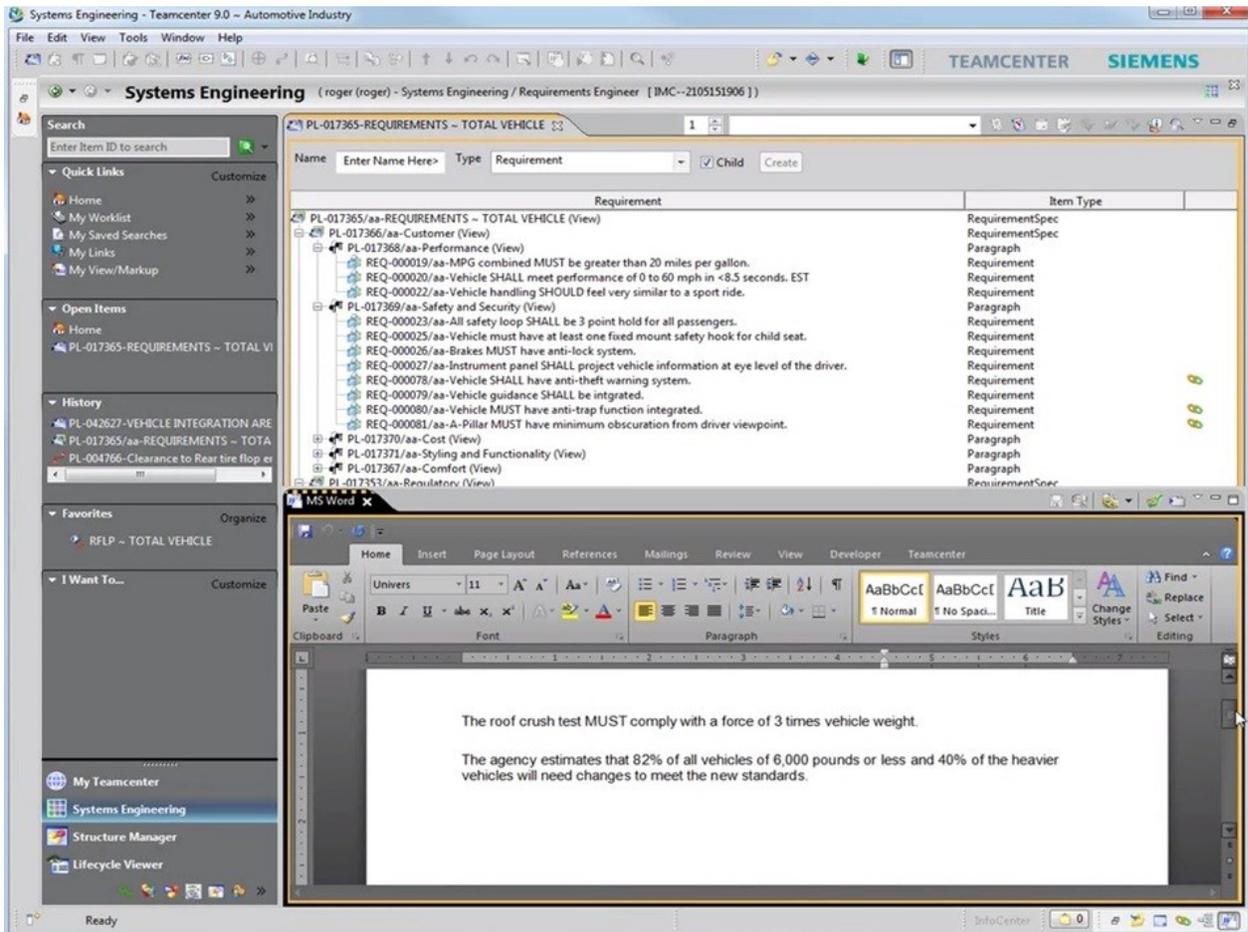


Imagen 32

Si exploramos las funcionalidades, la herramienta ofrece:

- Gestión de diseño y simulación: Se ofrece para distintos dominios mediante integraciones con los procesos y herramientas de simulación, desarrollo de software. Favorecen a la reducción de costos, mejoras de calidad y aumento de la productividad del diseño.
- Administración de documentos y contenido: Se integran los procesos de documentos en el entorno de PLM, y se sincronizan con los procesos de desarrollo de productos para mantener los documentos y el contenido actualizado con respecto a los cambios efectuados en los productos.



- Administración de lista de materiales: Es una pieza clave del ciclo de vida del producto; para esto, proporciona definiciones y configuraciones de productos claras, actualizadas y precisas, específicas para las necesidades de los equipos y los usuarios.
- Ejecución del proceso de PLM: Se ofrece la administración y la ejecución de los procesos necesaria para lanzar los productos adecuados al mercado, en el momento correcto.
- Administración de Requerimientos: La administración asegura la entrega de los productos que se solicitaron en un principio. Intenta lograr una entrega del producto correcto al mercado correcto con la mayor calidad posible.
- Administración de procesos de manufactura: Proporciona una fuente única, escalable y segura de datos de manufactura que respalda los procesos de ciclo de vida desde la ingeniería hasta la producción.
- Gestión de ciclos de vida de los servicios (SLM): Provee de una fuente única de conocimientos del producto y los servicios, para su logística, mantenimiento y comunidades de ingeniería.
- Integración con proveedores: Busca mejorar la relación con los proveedores, la ingeniería y las adquisiciones en el proceso de administración de suministro y proveedores.
- Administración de calidad con CAPA: La solución brinda la captura de varias formas de quejas, defectos, e inconformidades en un proceso formal investigar sistemáticamente y resolver problemas.
- Administración de costos de producto: Busca integrar el análisis y estimación de costos al principio de los procesos de PLM.
- Cumplimiento de normas ambientales y de sustentabilidad: Puede establecer un marco de trabajo para la sustentabilidad y diseño de iniciativas medioambientales con una solución consistente de normas para el soporte del desarrollo de productos verdes y amigables al medio ambiente.
- Ingeniería de sistemas: Provee la posibilidad de construir una definición a nivel sistemas de comportamiento, funcional y lógica para asegurar el desempeño de los productos según lo previsto. Utilizando el análisis y verificación de sistemas, permite capturar, modelar y simular interacción de sistemas y subsistemas para generar prototipos físicos.



## **Polarion Requirements Management**

Esta herramienta ofrece a las organizaciones una solución unificada que proporciona transparencia en los proyectos a través de la información de gestión en tiempo real. Todos los involucrados se alinean alrededor de lo que se está construyendo en la medida en que se avanza, protegiendo la integridad y el cumplimiento de las metas. A largo plazo, esto favorece a los equipos de trabajo con respuestas inmediatas y con la mejor calidad para el negocio y las demandas de los clientes. Existen varios componentes dentro de la aplicación, pero los tres pilares de Polarion ALM son:

- **Colaboración:** Una solución que permite que los equipos puedan colaborar con el conocimiento de forma fácil y segura. Gestionando el permiso de acceso, para que solo algunos puedan realizar modificaciones.
- **Reutilización:** Existen estudios que indican que más de la mitad de las necesidades en los proyectos, como lo son el código y las pruebas, se comparten entre varios. Esta herramienta permite la reutilización de datos para proyectos en paralelo y el desarrollo de los productos.
- **Trazabilidad:** Se garantiza información sobre cada paso en un proceso de desarrollo. Cada paso está marcado a partir de las líneas de código fuente modificadas, hasta las solicitudes de cambio requeridas.

A continuación en la imagen 33 se muestra la trazabilidad completa, entre los requerimientos y el código fuente. Y en la imagen 34, se visualiza la propagación del análisis de impacto de un cambio.

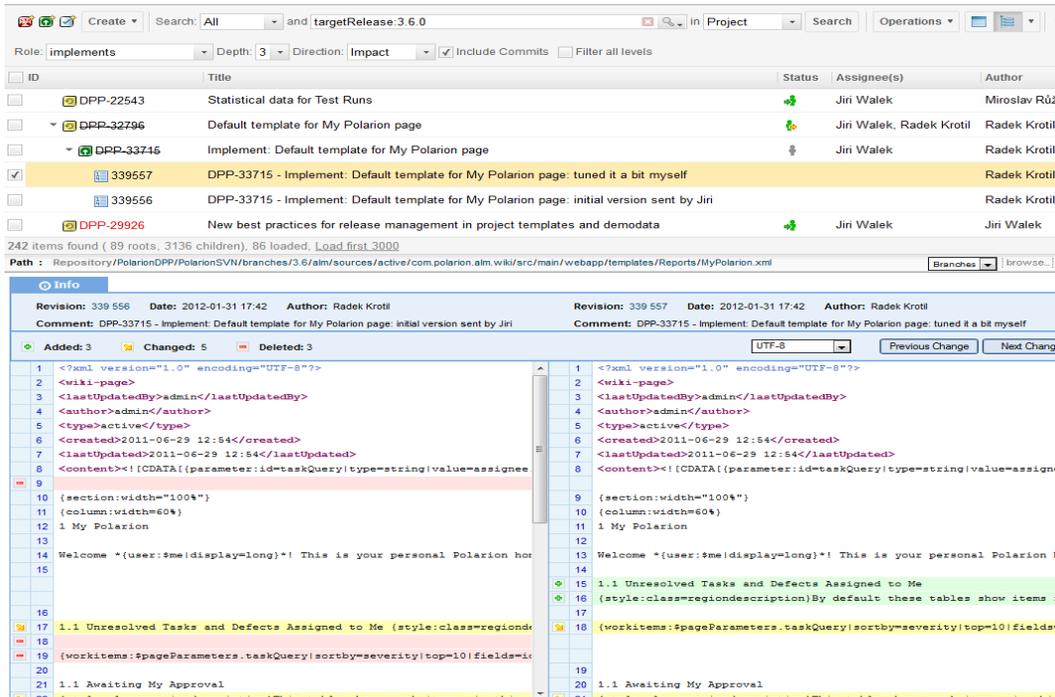


Imagen 33

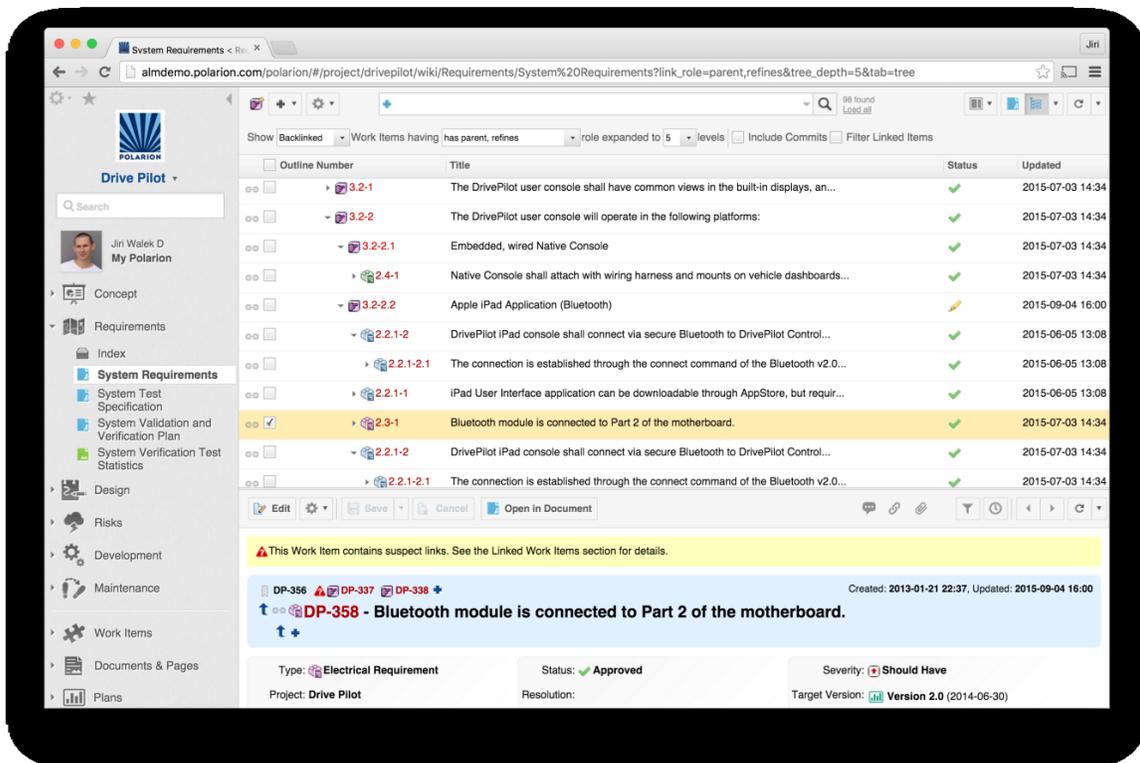


Imagen 34



Imagen 35

## Cradle

Es una herramienta para cargar, crear, vincular y publicar información para todas las etapas de un proyecto de ingeniería de sistemas que utilizan enfoques ágiles, iterativos o basados en fases y utilizando cualquier proceso. Se define totalmente por el usuario, escalable, flexible y seguro. Se puede implementar a nivel local en la organización o proyecto, se puede acceder desde sitios remotos, o de entrega a través de cualquier nube privada o pública (SaaS).

Algunas de sus principales funcionalidades son:

- Cargar información de fuentes externas,
- Gestionar necesidades, historiales de usuario, requerimientos y una cartera de productos,
- Analizar las necesidades del usuario,
- Definir las restricciones de diseño,
- Definir la arquitectura, opcionalmente con modelos,
- Definir y realizar un seguimiento de las pruebas, problemas y defectos en todos los niveles,
- Administrar la aceptación del usuario y la validación del sistema,

- Llevar adelante la trazabilidad y cubrir con un análisis toda la información a lo largo de todo el ciclo de vida,
- Publicar documentación con los diseños y plantillas definidas por los usuarios,
- Administrar estructuras de trabajo y listas de tareas de usuarios, fichas de progreso real, y enlaces bidireccionales a las herramientas de planificación de proyectos,
- Reutilizar y compartir información entre proyectos.

La imagen 36 nos muestra como se visualiza por pantalla la información que se obtiene con la trazabilidad a los largo del proyecto. Y posteriormente en la imagen 37 se visualiza un ciclo de vida con las características de la herramienta Cradle vinculadas a un proyecto:

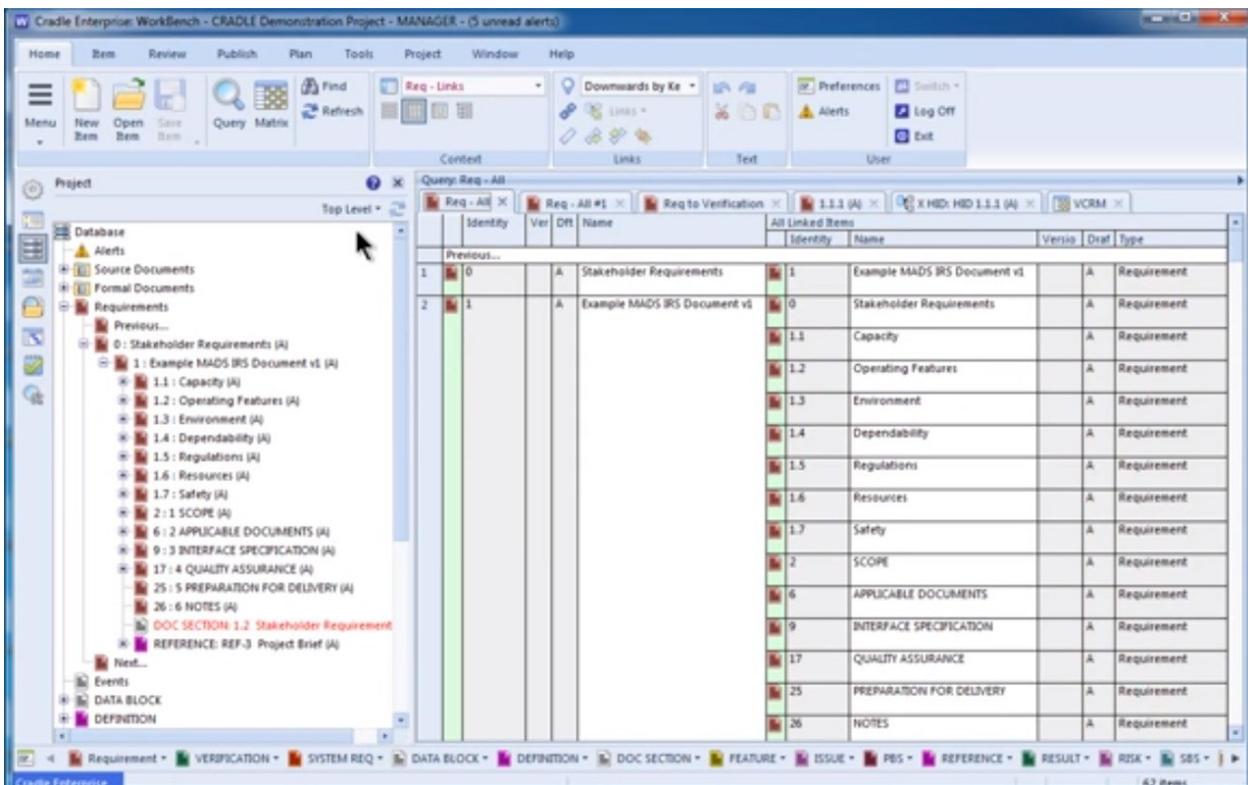


Imagen 36

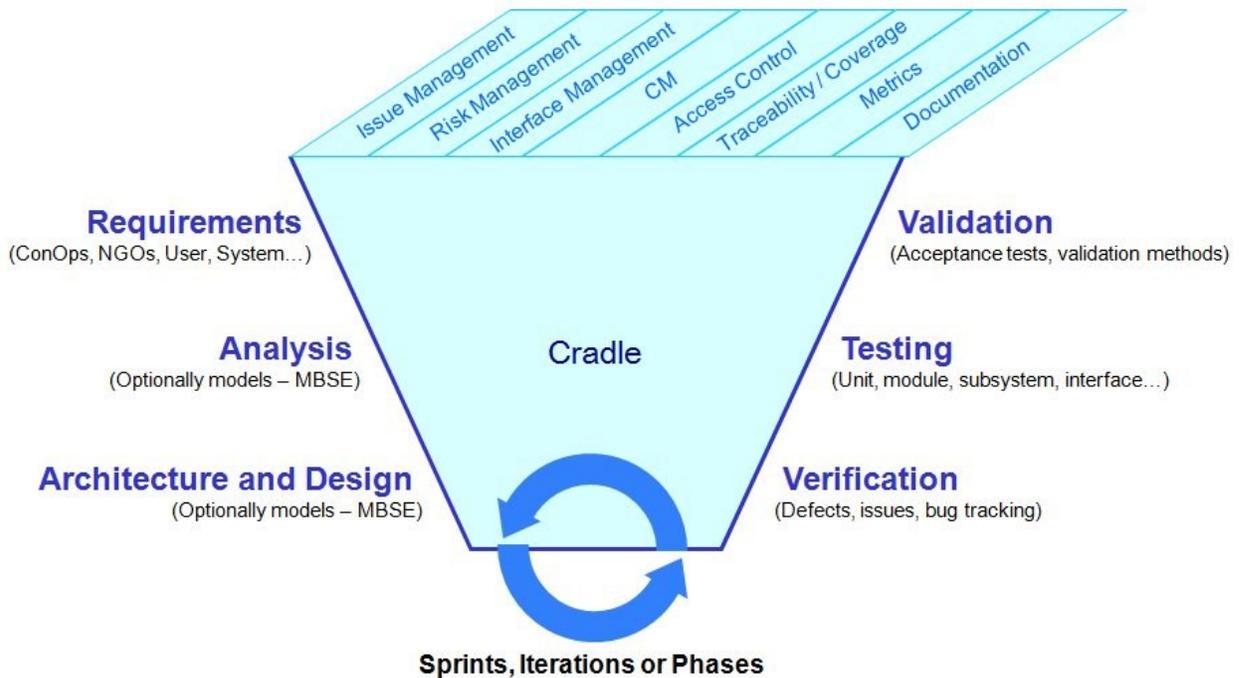


Imagen 37

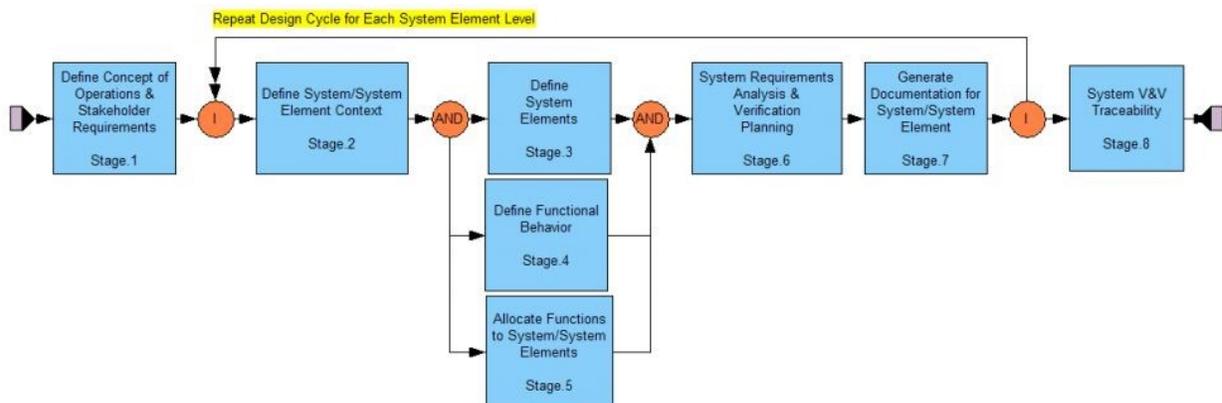


Imagen 38

En la imagen 38 se visualizan los pasos que se deben realizar para la implementación y modificación de proyectos utilizando esta herramienta:

1. Definir el concepto de operaciones y usuarios interesados en los requerimientos,
2. Definir el diagrama de contexto del sistema,
3. Definir los elementos del sistema,
4. Definir el comportamiento funcional,



5. Asignar funciones a los diferentes elementos del sistema,
6. Analizar los requerimientos del sistema y verificación de la planificación para establecer una línea base de requerimientos,
7. Generar documentación del sistema y los elementos del sistema,
8. Verificar y validar los requerimientos del sistema a través de la trazabilidad.

### Análisis Comparativo de las herramientas

Dentro de la comparación de herramientas se definieron las distintas características a ser evaluadas y se situaron sobre cada una de las herramientas las siguientes etiquetas para identificar si cumple con la funcionalidad:

Conformidad	Carácter
<b>Total</b>	“ T ”
<b>Parcial</b>	“ P ”
<b>Ninguna</b>	“ N ”
<b>No Aplica</b>	“N/A”

También es necesario aclarar que las herramientas que se explicaron anteriormente en el marco teórico pueden diferir en algunas funcionalidades, a las que son utilizadas por INCOSE (International Council on Systems Engineering) en la plantilla. Porque se sabe que con el tiempo estas aplicaciones fueron evolucionando, por lo tanto las versiones detalladas en las siguientes tablas son:

- ❖ Blueprint Requirements Center 2010,
- ❖ Cradle V 5.7,
- ❖ Dimensions RM V 10.1.4,
- ❖ Enterprise Architect V 7.1,
- ❖ IBM Rational DOORS V 9.2,
- ❖ IBM Rational RequisitePro V 7.1,
- ❖ InteGREAT V 4.7,



- ❖ Kovair Global Lifecycle V 5.5,
- ❖ MKS Integrity 2009,
- ❖ Polarion Requirements V 2,
- ❖ Teamcenter Requirements V 8,
- ❖ TraceCloud.



### Características de las Herramientas de Gestión

Características	Requirements Center Blueprint	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
<b>1. Captura de Requerimientos/Identificación</b>												
1.1 Documentación que favorece el análisis de entrada, utilizando información (como glosarios, índices, etc.) ayuda al usuario en el análisis e identificación de necesidades.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
1.1.1. Capacidad de comparar o contrastar dos versiones diferentes de un documento de origen.	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	P
1.2 Identificación y análisis automático de Requerimientos según las necesidades, por palabra clave, estructura, identificadores únicos, etc. para poder crear requerimientos del texto.	N	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T
1.3 Identificación Semiautomática de requerimientos de un archivo de texto a través de medios interactivos, indicados por el usuario o incitados por el sistema.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
1.4 Identificación y Creación Manual de Requerimientos.	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T
1.5 Funcionamiento en modo Batch (por Lotes) en donde se introduce e identifican los requerimientos por medio de una inserción de documentos externos.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
1.5.1. En el modo Batch (por Lotes) tener la habilidad de Actualizar documentos o vínculos de fuentes, cambiando de versiones sin tener que establecer vínculos de trazabilidad.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	P	T
1.6. Capacidad de clasificar y categorizar requerimientos durante la identificación de los mismos.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
<b>2. Capturar estructura de elementos del sistema. Una vez que se capturan los requerimientos, se asignan los elementos a sub-sistemas. La herramienta debe capturar estos elementos para que las asignaciones a los sub-sistemas se puedan realizar.</b>												
2.1. Habilidad de la herramienta para capturar gráficamente la implementación del sistema (arquitectura, descomposición funcional, WBS, etc.) y mostrar visualmente la manera en que se vinculan estos elementos con los requerimientos.	T	T	T	T	T	T	T	P	T	P	T	T
2.2. Habilidad de la herramienta para capturar textualmente la implementación del sistema (arquitectura, descomposición funcional, WBS, etc.) y mostrar textualmente la manera en que se vinculan estos elementos con los requerimientos.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
<b>3. Una vez que los requerimientos y la arquitectura del sistema han sido capturados, los requerimientos se asignan a los diferentes elementos del sistema.</b>												
3.1. Derivación de Requerimientos (Req. a req., req. al análisis/texto), la habilidad de derivar/crear requerimientos adicionales y vincularlos entre requerimientos y entre requerimientos y texto.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
3.2. Habilidad de asignar el desempeño de los requerimientos a los elementos del sistema (peso, riesgos, costos, etc.): La capacidad de vincular el desempeño de los requerimientos a los elementos del sistema tales como el peso, costo, rendimiento, etc. Y también incluir asignar porciones de ese desempeño a los elementos del sistema.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
3.3. Enlace de requerimientos con los elementos del sistema de forma bi-direccional. Desde la implementación al requerimiento, y del requerimiento a la implementación	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
3.4. Captura de la justificación de la asignación, la contabilidad, prueba/validación, criticidad, etc. si es así como y que mecanismos utiliza: Capacidad de adjuntar razón de ser, las tareas, la criticidad, prueba/validación y muchas otras cuestiones a los requerimientos, la asignación, y el elemento del sistema al que está vinculado el requerimiento.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
<b>4. Análisis de Trazabilidad: Una vez que las asignaciones se completan, el usuario quiere tener la capacidad de ver de dónde vienen los enlaces, a donde van, y porque se aplican.</b>												
4.1. Identificar inconsistencias: La herramienta debe permitir al usuario identificar inconsistencias tales como requerimientos no asignados o algún elemento del sistema huérfano.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
4.2. Visualización de los enlaces existentes desde las fuentes a la implementación, es decir, con los requerimientos en su lugar, el usuario tiene la capacidad de seguir los enlaces para ver de dónde vienen y hacia donde van.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
4.3. Verificación de los requerimientos (se lo hizo, como se hizo): A lo largo del proyecto, la herramienta de gestión de requerimientos se utilizara para verificar que se cumplieron los requerimientos definidos. También se debe proporcionar la capacidad de documentar que el requerimiento se cumplió, la forma en que se hizo, y que fue el responsable.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
4.4. Verificación del rendimiento de los requerimientos de los elementos del sistema (peso de los requerimientos actuales): Una vez que los rendimientos de los requerimientos se asignaron a los elementos del sistema, la herramienta de gestión de requerimientos debería apoyar la verificación de esos requerimientos según lo cargado de los actuales y reportando las varianzas (sería el peso de lo asignado frente al peso real).	P	T	T	N	T	N	T	T	T	T	T	T
<b>5. Gestión de la Configuración</b>												
5.1. Historial de cambios de los requerimientos, que, quien, cuando, donde, porque, como: Una vez que han sido capturados los requerimientos, la herramienta de gestión de requisitos debe mantener un historial de los cambios de los requerimientos, quien lo modifico, cuando se hizo, porque se hizo, etc. Parte de este seguimiento puede ser automático, otros podrían ser procedurales tanto como racionales para el cambio y la forma en que el cambio se va a lograr.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5.2. Línea Base / Control de Versiones: En varias ocasiones los requerimientos tendrán que ser llevados a la línea base. La herramienta de gestión de requerimientos debe apoyar esto junto con la posibilidad de comparar y contrastar entre varias líneas de base.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
5.3. Control de Acceso (modificación, visualización, etc.): Los requerimientos deben poder protegerse de modificaciones, visualizaciones, etc. de forma individual o grupal.	T	T	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
<b>6. Los Documentos y otros medios de salida</b>												
6.1. Especificaciones estándar de salida (en caso afirmativo de que tipo): La herramienta de administración de requerimientos debe documentar las salidas en varios formatos comerciales y militares.	T	T	T	N	T	P	T	T	T	T	T	P
6.2. Calidad y consistencia de control (ortografía, diccionario de datos): La herramienta también debe poder apoyar la calidad del documento y la comprobación de coherencia a través de la comprobación de ortografía, diccionario de datos, etc.	T	T	P	P	T	P	T		T	T	T	N
6.3. Presentación de Salida: Una vez cargada la información, la herramienta de administración de requerimientos debe soportar la generación de gráficos y presentaciones de calidad.	P	T	P	T	T	P	T	T	T	T	P	T
6.4. Características de salida y marcas a medida (tablas definida por el usuario, figuras, marcas de seguridad..): La herramienta debe soportar la salida de documentos en formas incluidas pagina de marcas de seguridad, gráficos/figuras, tablas definidas por el usuario, índices, etc.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
6.5. Vista previa del documento de salida: La herramienta debe permitir al usuario a ver el documento en pantalla en un formato final.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
6.6. Informes de estado: los usuarios de la herramienta necesitan la información del estado, dentro de la herramienta de gestión de requerimientos	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
6.6.1. Medición del desempeño técnico: Estado actual de la prestación técnica de varios requerimientos almacenados y monitorear el progreso hacia las metas.	P	T	T	P	T	T	T		T	T	T	T
6.6.2. Progreso requerimiento/reportes de estado: La presentación de informes de situación sobre el cumplimiento o no de varios requerimientos.	T	T	T	T	T	T	P		T	T	T	T
6.6.3. Otras consultas Ad Hoc y búsquedas: La herramienta de gestión de requerimientos debe soportar consultas Ad Hoc y búsquedas por discreción del usuario.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
<b>7. Groupware: Desde que los ingenieros en sistemas rara vez funcionan como individuos, la habilidad de un grupo de ingenieros para mirar/trabajar la misma información al mismo tiempo es crítico.</b>												
7.1. Soporte de revisión concurrente, de marcado y comentario: La herramienta debe soportar a un equipo de ingenieros revisando, marcando y comentando sobre todos los requerimientos o las alternativas de implementación.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
7.2. Asignación Multi-nivel/Control de acceso: El acceso por el equipo a la base de datos debe ser supervisado por un control de acceso multi-nivel (es decir, la capacidad de proteger a las cosas de ser modificadas). Esto también incluye la posibilidad de enviar los cambios en un ciclo de aprobación (para la aceptación/votación) antes de enviar los cambios a la herramienta para que todos la vean.	T	T	T	T	T	T	P	T	T	T	T	T



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
<b>8. Interfaces con otras herramientas</b>												
8.1. Comunicaciones internas de la Herramienta: La administración de requerimientos debe tener la habilidad de comunicarse con otros requerimientos de otros dominios específicos en herramientas de diseño (CASE, EE, etc.)	P	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T
8.1.1. Interfaces a otras herramientas, con las que habla y se comunica nuestra herramienta de administración de requerimientos.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
8.1.2. Para apoyar la amplia variedad de herramientas en uso por los ingenieros, la herramienta de gestión de requerimientos debe tener acceso a la información contenida en la base de datos de la herramienta (para tener acceso a la información depositada).	P	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
8.1.3 Soporte del sistema de base de datos abierto (acceso estándar de consultas): La herramienta soporta estándares de base de datos abiertas como también lenguajes estándares de consulta o distintos formatos para intercambios	N/A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
8.1.4. Importación de datos existentes de diversos formatos de archivo estándar: Capacidad de importar datos existentes (como un archivo de texto ASCII que contiene información de enlace) para crear estructuras dentro de la herramienta sin tener que volver a reingresar información.	T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T
8.1.5. Soporte de normas de intercambio de datos (AP-233, XML)	P	T	P	T	P	T	T	T	T	T	T	P



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
<b>8.2. Comunicaciones dentro de la Herramienta</b>												
8.2.1. El intercambio de información entre la misma herramienta, pero diferentes instalaciones: Dado que la herramienta se usa en diferentes lugares y diferentes proyectos. Como pasaría a funcionar el intercambio de información útil entre diferentes instalaciones o bases de datos de la herramienta.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
8.2.2. Comprobación de coherencia/comparación entre conjuntos de datos de la misma herramienta: El soporte de comparación de la herramienta y la diferenciación de los conjuntos de datos de la misma para permitir la consistencia y la verificación.	T	T	T	T	T	T	T		T	T	T	T
<b>9. Entorno del Sistema</b>												
9.1. Concurrencia de usuarios únicos o múltiples usuarios: Soporta la herramienta el acceso de usuarios únicos o usuarios múltiples.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
9.2. La herramienta de gestión que plataformas o sistemas operativos soporta.	T	T	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T
9.3. La herramienta utiliza base de datos propietaria o disponible en el mercado.	N/A	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
9.4. Recursos necesarios: Identificar los requisitos de configuración de hardware/software:	T	T	T		T	T		T	T	T	T	N/A
9.4.1. Requisitos de Memoria	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N/A
9.4.2. Requisito de CPU	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N/A
9.4.3. Requisitos de Espacio de Discos	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N/A



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
<b>10. Interfaces de Usuario</b>												
10.1. Hacer una cosa mientras se busca otra: El usuario tiene la capacidad de ejecutar un informe y mirar un requerimiento al mismo tiempo.	N	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	T
10.2. Actualización simultanea de ventanas abiertas: Si la herramienta permite múltiples ventanas. Si un cambio en una vista, automáticamente se refleja en todas las demás vistas.	T	T	P	T	T	T	T	T	T	P	T	T
10.3. Inserción de datos de forma grafica: Si la herramienta soporta entrada y manipulación de datos en forma grafica.	T	T	T	T	T	T	T		T	P	T	T
10.4. Que estándar soportan las ventanas: Si la herramienta es compatible con un estándar de ventanas.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
10.5. Permite ejecutar scripts o macros: La herramienta facilita al usuario crear y reproducir comandos o macros que permitan automatizar tareas tediosas.	N	T	P	P	T	P	P	T	T	T	P	N
10.6. Interfaz de navegación web.	P	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
10.7. Función de Soporte Editar/Deshacer.	T	T	P	P	P	P	P	T	T	T	P	T
<b>11. Estándares</b>												
11.1. Con que normas militares o comerciales estaría cumpliendo su herramienta, incluyendo base de datos, estándares de documentos de salida, las normas de intercambio, estándares gráficos, etc.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>12. Soporte y Mantenimiento</b>												
12.1. La herramienta tiene garantías.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
12.2. Políticas de licencias de Red: Si la herramienta soporta las licencias de red (Flotante, nodo bloqueado, etc.). De ser así, que administrador de licencias.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N



Características	Blueprint Requirements Center	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
12.3. Políticas de mantenimiento y actualización: Con qué frecuencia se publican actualizaciones de software, son las actualizaciones posibles cotizaciones por separado, etc.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
12.4. Ayuda en Línea: Ayuda en línea para la herramienta (Manuales, etc.)	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
12.5. Se provee de una página web en internet para la información de la herramienta y la compañía.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
12.6. Soporte Telefónico: Que tipo de asistencia telefónica está disponible desde el proveedor de la herramienta.	T	T	T	N	T	T	T	T	T	T	T	P
12.7. Soporte a grupos de usuarios	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T	T	N
<b>13. Training</b>												
13.1. Clases de capacitación de la herramienta.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
13.2. Capacitación disponible en donde se encuentre el cliente.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
13.3. Tiempo recomendado de formación: Cuanto es el tiempo de entrenamiento recomendado para que un usuario se convierta en experto de la herramienta.	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
13.4. Instalación de la aplicación con una formación básica.	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
<b>14. Comentarios Adicionales</b>												
14.1. Que otras características de administración de requerimientos como proveedor de la herramienta pueden ser importantes (modelado, etc.)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A



## Pruebas sobre las herramientas

Ver Anexo a modo orientativo de una herramienta de gestión de requisitos que muestra cómo se trabaja con la trazabilidad de requerimientos.

## Conclusiones

- Es necesarios que los procesos relacionados con la ingeniería de requerimientos estén definidos antes de adquirir o implementar una solución con alguna de las herramientas evaluadas. Este concepto favorece la eficiencia y la productividad de los proyectos, minimizando gastos, riesgos y logrando una comunicación abierta con los usuarios claves.
- Las herramientas tienen ciertas funcionalidades críticas que nos permiten clasificarlas al momento de la selección, como las siguientes:
  - A pesar de ser una funcionalidad básica de este tipo de herramientas, que cada usuario pueda definir workflows (flujos de trabajo) de acuerdo a los procesos de la organización.
  - Que se almacenen los artefactos y requerimientos, en documentos o en bases de datos.
  - Que tengan la capacidad de integración con otras herramientas, particularmente con las herramientas de gestión ALM porque son las que permiten gestionar el ciclo de vida de desarrollo.
  - El precio final por cada herramienta, puede incluir tanto el soporte como la capacitación sobre su funcionamiento.
  - Las políticas de comercialización de las licencias de las herramientas, varían dependiendo:
    - Cantidad de usuarios,
    - Perfiles de los usuarios,
    - Módulos o funcionalidades de las herramientas,
    - Si son herramientas de tipo standalone, ALM, PLM o SaaS.
- Dentro de las organizaciones que se dedican al desarrollo de software, la integración de las distintas herramientas con el ciclo de vida de desarrollo es vital para la gestión. Sobre todo al



momento de evaluar la trazabilidad entre los artefactos y la calidad de los productos que se obtienen.

- Estas consideraciones son las que obtuvieron con la información recopilada, para cada una de las herramientas:
  - Cradle, es una de las herramientas más abarcativas, en su mayoría las herramientas se centran en una o dos capacidades importantes. Mientras que Cradle se encarga de cumplir con todas, logrando una buena integración de las funcionalidades. Los equipos que necesiten trabajar con una herramienta integral, y que dispongan de tiempo para capacitarse sobre la forma en que se trabaja, deberían elegir esta herramienta.
  - Blueprint, tiene como una de sus mayores fortalezas, que permite crear maquetas visuales según los casos de uso para poder crear simulaciones de cómo se verá el nuevo software y realizar cambios sobre la marcha. Lo suelen utilizar las grandes empresas. Y a pesar de disponer de una buena capacidad de trazabilidad, se dispone de un workflow que se debe definir para procesos de desarrollo como también en los de gestión de requerimientos.
  - inteGREAT, califica como una de las herramientas con buen soporte para el modelado de flujos de proceso, con una funcionalidad que se adapta desde Visio (al formar parte de las herramientas de Microsoft). Es fácil su configuración para que pueda adaptarse la herramienta a diversos contextos, como pueden ser los procesos ágiles. Pero se limita con algunos modelos para el desarrollo de la aplicación (Diagramas de contexto, flujos de proceso, árboles de decisión, casos de uso, diagramas de flujo de datos) y tampoco está integrado a plataformas ALM.
  - Serena Dimensions RM, es una herramienta que actualmente se ofrece con acceso web. Busca trabajar de forma colaborativa, como parte de una solución ALM. Califica para trabajar como una herramienta que puede definir workflows con un editor gráfico según las necesidades de la organización. Logra sincronizarse con herramientas de calidad y de modelado de análisis y diseño. Y además, modela en



forma gráfica la trazabilidad que establece entre requerimientos y artefactos. Se limita en el trabajo de ejecución de scripts o comandos.

- IBM Rational DOORS, es de las herramientas que mejor se conocen e incluso con una gran base de usuarios y mejoras con el tiempo, lo cual funciona como una gran fortaleza. Permite personalización de aspectos de configuración de acceso y seguridad. Se podría utilizar en sectores de la industria que requieran de grandes demandas reglamentarias como pueden ser la industria aeroespacial, de defensa o bien de productos sanitarios. Una de sus limitaciones está dada por la parte visual y lo difícil que pueda ser su uso para los usuarios finales.
- Kovair Global Lifecycle, ofrece gran nivel de personalización, adaptándose a la mayor gama de usuarios y procesos. Se encuentra muy adaptado al ciclo de vida de ALM. También ofrece importantes niveles de personalización a nivel de trazabilidad y esto difiere con respecto al resto de las herramientas que solo logran este nivel cuando las aplicaciones se basan en el cliente. Como desventaja se puede ver limitado con la funcionalidad de modelado.
- MKS Integrity, es ideal por su capacidad de trabajo con workflows y entre las mejores para reutilizar requisitos en diversos proyectos. Se adapta a ALM y realiza un buen desempeño en grandes proyectos de ingeniería. No es muy recomendable para pequeñas empresas ya que el tiempo que pueda demandar la personalización de la herramienta podría ser un problema. Además, el tiempo de adopción a la interfaz podría retrasar las estimaciones iniciales de un proyecto.
- Polarion, permite que el cliente trabaje sobre la web y facilita la integración con Microsoft Office. Por lo tanto, los requerimientos se pueden exportar desde dicha aplicación. Esta integración produce documentación que facilita la modificación en paralelo. Provee de buen workflow y soporte en las necesidades del proceso de aprobación. Como problema se puede decir que surge de la navegación en la ejecución de tareas a través de la web. Con la posibilidad de mitigarlo con Microsoft Office, pero quedando desincronizado de los archivos originales. Ideal para grupos de trabajo que se encuentran en posiciones geográficas distintas.



- Teamcenter Requirements, facilita la integración de Microsoft Word, logrando una capacidad interesante de generación de documentos. Es una de las herramientas que se adapta al trabajo con procesos de PLM. Por lo que su uso es abarcativo a otras industrias, a diferencia de las herramientas diseñadas para empresas de desarrollo de software. Se encuentra débil al momento de realizar características de trazabilidad y en el proceso de simulación de sus proyectos.
- Tracecloud, se caracteriza por su simplicidad en la configuración y ejecución. Su acceso se realiza de forma web (SaaS). Ideal para organizaciones pequeñas donde no se puede disponer del soporte tecnológico que estas herramientas de gestión demandan. No hay capacidad para actividades como el diseño o codificación. Tampoco soporta la integración como en otras herramientas, y su interfaz puede ser lenta. Resulta una buena oportunidad para aquellas empresas que comienzan con proyectos pequeños.
- Enterprise Architect, tiene como fortaleza su capacidad para realizar el desarrollo dirigido por modelos. Esta funcionalidad puede ser útil para equipos de trabajo pequeños y en donde se trabaje con la creación de modelos. Existe una serie de limitación con la herramienta al momento de gestionar los requisitos, workflows, las tareas y requisitos de la arquitectura. No está pensada como herramienta de gestión de requisitos, pero existen situaciones en que si se adapta y trabaja con una herramienta de gestión podría ser útil por la capacidad de trabajo con modelos.
- IBM Rational RequisitePro, permite establecer una integración con Microsoft Word. Es además, una herramienta con trayectoria en el mercado. Trabaja con acceso web, y permite la notificación del análisis de impacto vía email. Esta limitada en su control de acceso (modificación y lectura) y cuando se verifican los requerimientos una vez que ingresaron al proyecto. Tampoco es una herramienta que se soporte sobre diversas plataformas. En un principio, resulta como una de las soluciones que ofrece IBM. Posteriormente se integro al trabajo con IBM Rational DOORS y otras aplicaciones. Por lo que es preferible que trabaje en conjunto con el resto de soluciones que ofrece la empresa.



Según estas consideraciones, creemos que existen dos posibles casos en que las herramientas se pueden agrupar. En primer lugar, cuando hablamos de empresas según su tamaño. Se podría aclarar que estas organizaciones se encargan del desarrollo de software como actividad principal, y en segundo caso estaríamos ejemplificando a las organizaciones que trabajan con distintos tipos de productos o servicios, pero que a su vez deben gestionar requisitos (para este segundo caso, consideramos que estos requisitos se manejaran dentro del área de sistemas de la organización).

Propiedades para Seleccionar una Herramienta de Gestión de Requisitos	Herramientas de Gestión de Requisitos												
	Requirements Center	Blueprint	Cradle	Dimensions RM	Enterprise Architect	IBM Rational DOORS	IBM Rational RequisitePro	intEGREAT	Kovair Global Lifecycle	MKS Integrity Requirements	Polarion Requirements	Teamcenter Requirements	TraceCloud
Tamaño de una Empresa de Software													
Pequeña					X			X					X
Mediana (>150 personas)	X	X	X			X	X	X		X	X		X
Grande (>400 personas)	X	X				X	X		X	X	X		
Otros tipos de Empresa												X	

## Recomendaciones

Una organización debe focalizar su trabajo en definir correctamente los requerimientos de las herramientas de administración de requerimientos que se necesitan. Esta es la mejor manera de arrancar en un proceso de selección.

No vamos a poder implementar ningún tipo de cambio organizacional si no existe una política dentro de la cultura organizacional que los favorezca. Los grupos de trabajo pueden tener distintos tipos de perfiles que se adaptan a los cambios, por lo tanto es importante que se avance sobre ellos de manera organizada y evolutiva. Además, las personas interesadas en la selección de una herramienta de gestión son las que mejor nos pueden ayudar a seleccionar la aplicación más adecuada.



## Bibliografía

BLUEPRINTSYS. Precise Traceability [en línea].: Canadá, octubre 2015 [citado 20 octubre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.blueprintsys.com/solution/requirements-traceability>>.

BLUEPRINTSYS. ALM Integrations [en línea].: Canadá, octubre 2015 [citado 20 octubre 2015]. Disponible en World Wide Web:

<<http://www.blueprintsys.com/asset/alm-integrations> >

También disponible en versión PDF con inscripción previa en:  
<<http://www.blueprintsys.com/hub/brochures/brochure-BlueprintALMIntegrations.pdf> >

BLUEPRINTSYS. Microsoft TSF Adatper [en línea].: Canadá, octubre 2015 [citado 20 octubre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.blueprintsys.com/asset/alm-integrations/>>.

También disponible en versión PDF con inscripción previa en:

<<http://www.blueprintsys.com/hub/brochures/Brochure-TFS.pdf> >

IBM RATIONAL RequisitePro – Rational Software – Descripción de la herramienta, [en línea]. [citado 20 de octubre 2015]. Disponible en World Wide Web:

<[http://public.dhe.ibm.com/software/dw/ssa/WR366309DM\\_06\\_Rational\\_RequisitePro-Datasheet.pdf](http://public.dhe.ibm.com/software/dw/ssa/WR366309DM_06_Rational_RequisitePro-Datasheet.pdf)>

IBM Rational DOORS Next Generation – Rational Software – Descripción de la herramienta, [en línea]. [Citado 20 de octubre de 2015]. Disponible en World Wide Web: <<http://www-03.ibm.com/software/products/en/ratlclm>>

HOFFMANN, Matthias, et al. Requirements for requirements management tools. En Requirements Engineering Conference, 2004. Proceedings. 12th IEEE International. IEEE, 2004. p. 301-308. Disponible en internet en formato pdf en:



<<http://homepages.dcc.ufmg.br/~rodolfo/dcc823-1-07/RequirementsForRequirementsManagementTools.pdf>>

ROY, Shambhavi. Managing Requirements & Improving Quality (using TraceCloud) [en línea].: Estados Unidos, marzo 2009 [citado 20 octubre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<https://www.tracecloud.com/GloreJava2/documentation/whitePaper.pdf> / >.

SCHWABER, Carey; STERPE, Peter. Selecting The Right Requirements Management Tool—Or Maybe None Whatsoever. Management, 2006. Disponible internet en formato pdf en: <[http://sdlctools.com/New/Forrester\\_Requirements\\_Management.pdf](http://sdlctools.com/New/Forrester_Requirements_Management.pdf)>

SERENA SOFTWARE INC. Serena Dimensions RM Rapidly deliver high-quality requirements across teams, projects, and products [en línea].: Silicon Valey, Julio 2015 [citado 20 octubre 2015]. Disponible en World Wide Web: <[http://www.serena.com/files/2214/2420/7271/Serena-Software\\_Dimension-RM-Datasheet.pdf](http://www.serena.com/files/2214/2420/7271/Serena-Software_Dimension-RM-Datasheet.pdf)>.

TRACECLOUD. Feature Comparison With Requisite Pro [en línea].: Estados Unidos, octubre 2015 [citado 20 octubre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<https://www.tracecloud.com/GloreJava2/jsp/WebSite/TCCCompare.jsp> / >.

TEAMCENTER – Siemens PLM Software – [5 de Septiembre 2015]. Información detallada de la Herramienta PLM. Disponible en World Wide Web: <[http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/plm/pdm.shtml#lightview%26uri=tcm:1004-79817%26title=Teamcenter-Brochure-27064%26docType=pdf](http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/plm/pdm.shtml#lightview%26uri=tcm:1004-79817%26title=Teamcenter-Brochure-27064%26docType=pdf)>

PLM – Siemens PLM Descripción – [5 de Septiembre 2015]. Información detallada de PLM. Disponible en World Wide Web: <[http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_es/](http://www.plm.automation.siemens.com/es_es/)>

WIEGERS, Karl E. - Automating requirements management. Software Development, 1999, vol.



7, no 7, p. 1-5. Disponible en internet en formato pdf en:

<[http://www.processimpact.com/articles/rm\\_tools.pdf](http://www.processimpact.com/articles/rm_tools.pdf)>

OSMANY GONZALEZ, FERRO - Un acercamiento a la trazabilidad en el desarrollo ágil de software, Revistas Cubanas de Ciencias Informáticas. Cuba, Septiembre 28, 2011. Disponible en la web: <<http://rcci.uci.cu/index.php?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=88>>

BALASUBRAMANIAM, Ramesh – Factors Influencing Requirements Traceability Practice. Communications of the ACM Communications, Vol. 41, No. 12, December 1998.

TORANZO, Marco; CYSNEIROS, Gilberto; TIRADO, Felipe - Proceso y herramienta para la rastreabilidad de requisitos, Revista chilena de ingeniería. vol. 21 N° 2, 2013.

DE LA ROSA, Martín – Análisis de impacto basado en información de trazabilidad y decisiones de diseño. Universidad de Buenos Aires. Disponible en internet en formato pdf en: <<http://materias.fi.uba.ar/7500/delarosa-tesisdegradoingenieriainformatica.pdf>>

KONTOYA, Gerald, SOMMERVILLE, Ian – Requirements Engineering: processes and techniques. West Sussex: John Wiley & sons, 2002. Xi, 282 p. Worldwide series in computer science.

PRESSMAN, Roger S., TREJO RAMÍREZ, Raúl Antonio rev y JUÁREZ RAMÍREZ, Saturnina Teodora rev Ingeniería del software: un enfoque práctico. 6a ed. México, D.F.: McGraw Hill, c2005. xxxiv, 958 p.

SOMMERVILLE, Ian - Ingeniería del software. 6a ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, c2002. xx, 692 p.



WIEGERS, Karl E. - Software requirements: practical techniques for gathering and managing requirements throughout the product development cycle. 2nd ed. Washington, D.C.: Microsoft Press, c2003. xix, 516 p.

ENTERPRISE ARCHITECT – Sparx Systems Argentina – [10 de Octubre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<http://sparxsystems.com.ar/resources/traceability.html>>

KOVAIR GLOBAL LIFECYCLE – Kovair Integrated ALM – [12 de Septiembre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<http://kovair.com/integrated-alm/>>

PTC (MKS Integrity) – Parametric Technology Corporation – [13 de Septiembre 2015]. Disponible en World Wide Web: <<http://www.ptc.com/application-lifecycle-management>>

POLARION – Polarion ALM Unified Solution – Descripción de las características de la herramienta - [13 de Septiembre 2015] – Disponible en World Wide Web: <[https://www.polarion.com/hubfs/Docs/Fact-sheets/Polarion\\_ALM\\_Fact-Sheet.pdf](https://www.polarion.com/hubfs/Docs/Fact-sheets/Polarion_ALM_Fact-Sheet.pdf)>

CRADLE - Systems Engineering Software Ltd. (3SL) – Detalle de la definición de requerimientos y la administración en Cradle – [1 de Noviembre 2015] – Disponible en World Wide Web: <<https://www.threesl.com/pages/news/webletter-November14/REQ-Cradle-white-paper-v8-1.pdf>>

SaaS (Software as a Service) – Diversity Limited, Paper: Understanding the Cloud Computing Stack – Especificación de las metodologías de trabajo en la nube – [1 de Noviembre 2015] – Disponible en World Wide Web: <[https://www.rackspace.com/knowledge\\_center/sites/default/files/whitepaper\\_pdf/Understanding-the-Cloud-Computing-Stack.pdf](https://www.rackspace.com/knowledge_center/sites/default/files/whitepaper_pdf/Understanding-the-Cloud-Computing-Stack.pdf)>



INCOSE – Planilla Comparativa de Herramientas de Gestión de Requerimientos. International Council on Systems Engineering (Organización fundada para desarrollar y diseminar las disciplinas principales y las prácticas que permiten la realización de sistemas exitosos). Disponible en Internet en: <[www.incose.org](http://www.incose.org)>

## Listado de imágenes

- 1 - Clasificación de Requerimientos. Imagen propia.
- 2 - Ejemplo de un formulario de solicitud de cambios, parcialmente lleno. Imagen propia.
- 3 – Diagrama de Transición de Estados de propuestas de cambio.
- 4 - Diagrama bidireccional de la trazabilidad de los requerimientos
- 5 - Matriz de trazabilidad de requerimientos. [Karl E. Wiegers – Muestra la trazabilidad entre los requerimientos y los casos de uso]
- 6 - Contextos que influyen en la implementación de la trazabilidad de requerimientos en una organización. [Balasubramaniam, Ramesh].
- 7 - ALM - Application Lifecycle Management
- 8 - Matriz de Trazabilidad con BluePrint.
- 9 - Posible tipo de Matriz de trazabilidad
- 10 - Integración Blue-Print ALM.
- 11 – Diagrama de árbol con las relaciones de trazabilidad dentro de la herramienta IBM Rational RequisitePro.
- 12 - Integración de herramientas para desarrollo de software con IBM® Rational® solution for Collaborative Lifecycle Management (CLM)
- 13 - Integración entre IBM DOORS Next Generation, HP QC y Atlassian JIRA; integra los artefactos generados en las fases de desarrollo de requerimientos y la de testing.
- 14 - Listado de requerimientos de sistemas capturados con IBM Rational DOORS Next Generation.
- 15 - Representación gráfica y textual de la trazabilidad de los artefactos de requerimientos.



- 16 - Lista de precios de IBM Rational DOORS Next Generation libre de impuestos y expresados en dólares americanos. Consultada el 10/2015.
- 17 - TraceCloud se puede integrar con JIRA o mediante conectores desarrollados por terceros en base a la API REST.
- 18 - Funcionalidades ofrecidas por TraceCloud.
- 19 - Alta de proyecto en TraceCloud usando el navegador Google Chrome.
- 20 - Trazabilidad bidireccional dentro de un proyecto gestionado con TraceCloud.
- 21- Reporte de trazabilidad bidireccional exportado a un archivo Microsoft Excel.
- 22 - Matriz de trazabilidad con TraceCloud.
- 23 - Definición de los estados de un requerimiento en un proyecto particular con Serena Dimensions RM.
- 24 - Representación gráfica de la trazabilidad con Serena Dimensions RM.
- 25 - Reporte de trazabilidad generado con Serena Dimensions RM.
- 26 – Interfaz con las relaciones entre Requerimientos – Casos de Uso con Enterprise Architect.
- 27 – Visualización de la matriz de relaciones con Enterprise Architect.
- 28 - Diagrama que muestra la relación entre elementos, requerimientos, casos de uso y componentes de un proyecto con Enterprise Architect.
- 29 – Diagrama de la integración ALM realizada en la herramienta Kovair Global Lifecycle.
- 30 – Pantalla del enlace que realiza la herramienta inteGREAT con Microsoft Visio.
- 31 – Visualización del Análisis de los Requerimientos con la herramienta MKS Integrity.
- 32 – Pantalla de como se vería la herramienta Teamcenter Requeriments.
- 33 – Pantalla que muestra la trazabilidad completa entre los requerimientos y el código fuente, en la herramienta Polarion ALM.
- 34 – Pantalla que muestra la propagación del análisis de impacto por la herramienta Polarion ALM.
- 35 - Diagrama de los distintos componentes con los que se relaciona Polarion ALM.
- 36 – Pantalla de visualización y exploración de la trazabilidad de requerimientos en la herramienta Cradle Enterprise.



37 – Diagrama de un ciclo de vida de proyecto, con la implementación de la herramienta Cradle Enterprise.

38 - Diagrama de los pasos a realizar para la implementación de Cradle dentro de un proyecto.



## ANEXOS

Se adjuntan una serie de imágenes que muestran las pruebas realizadas sobre una de las herramientas de gestión de requerimientos (TraceCloud):

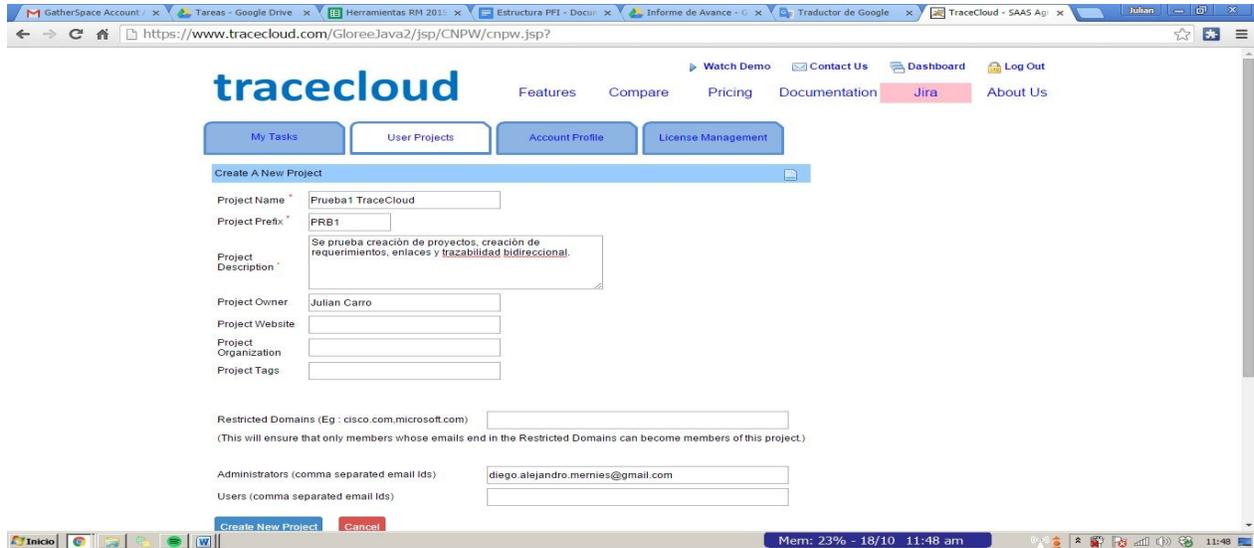


Imagen A - Alta Proyecto

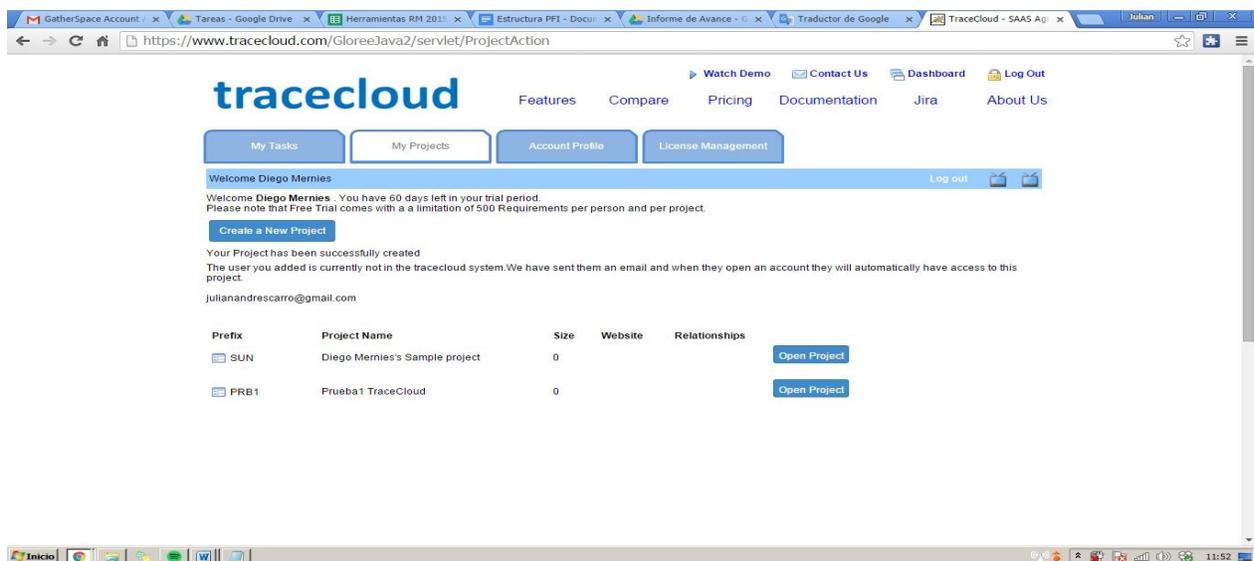


Imagen B - Alta Proyecto

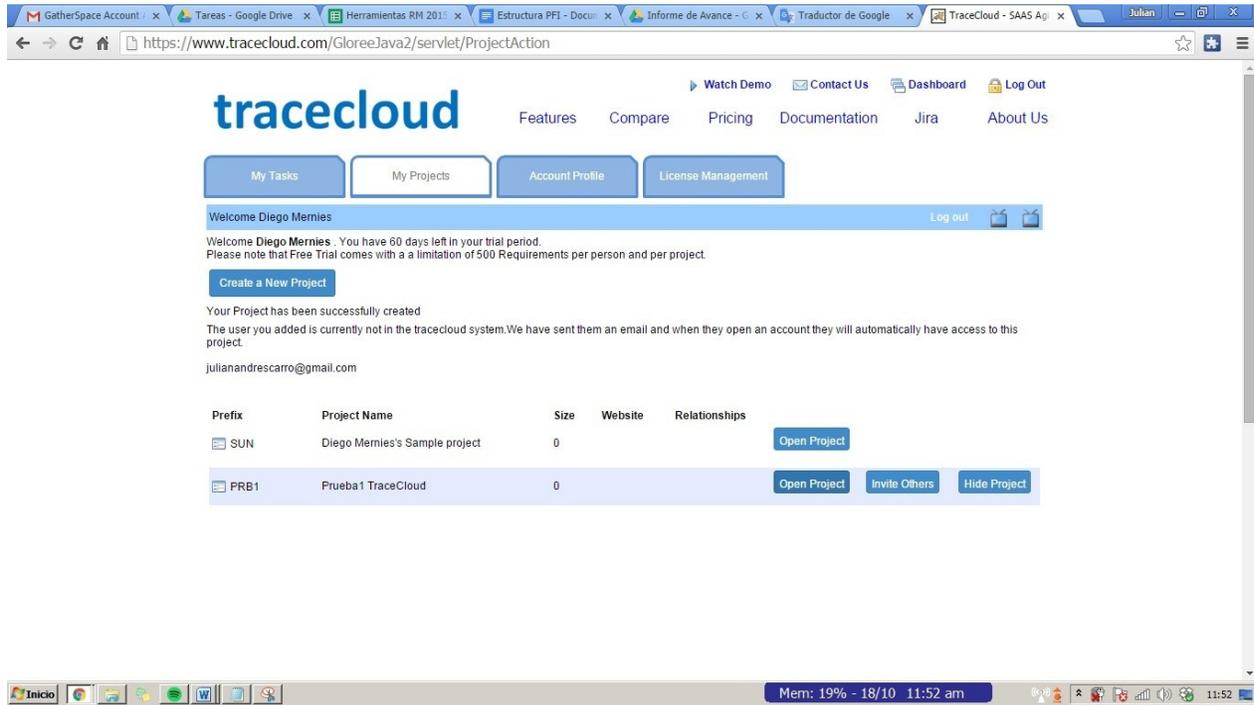


Imagen C – Invitar usuarios al Proyecto

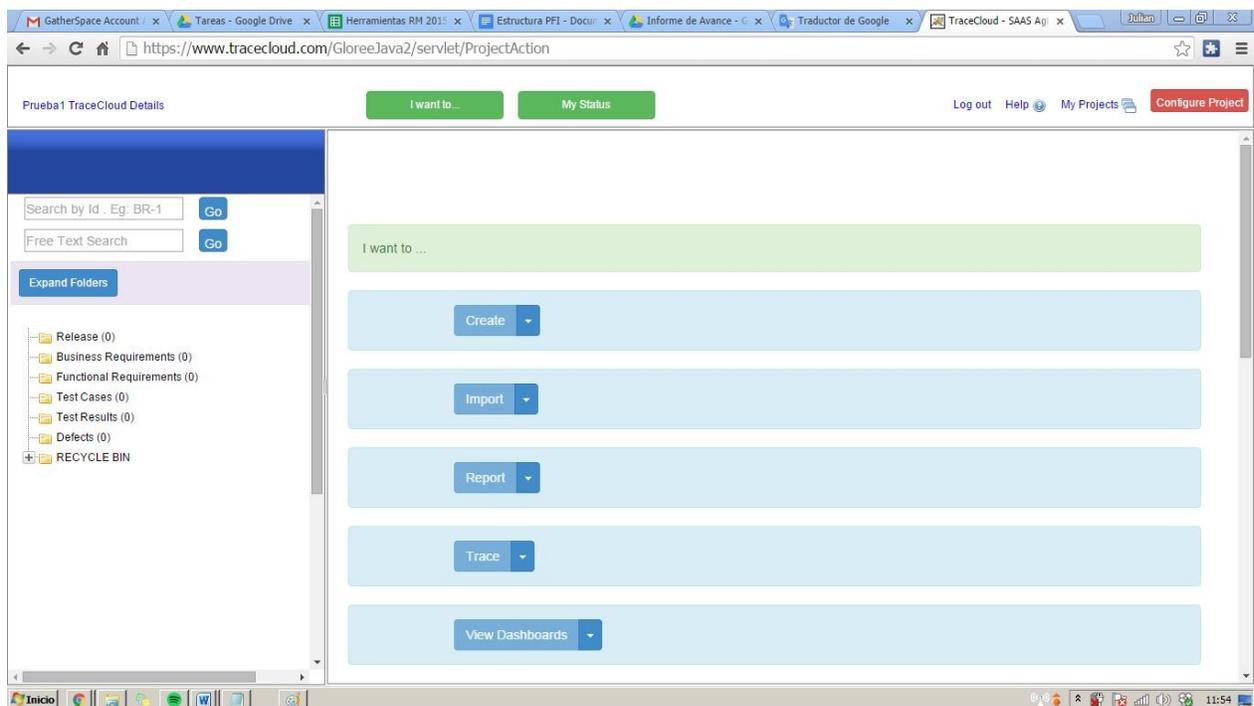


Imagen D – Proyecto

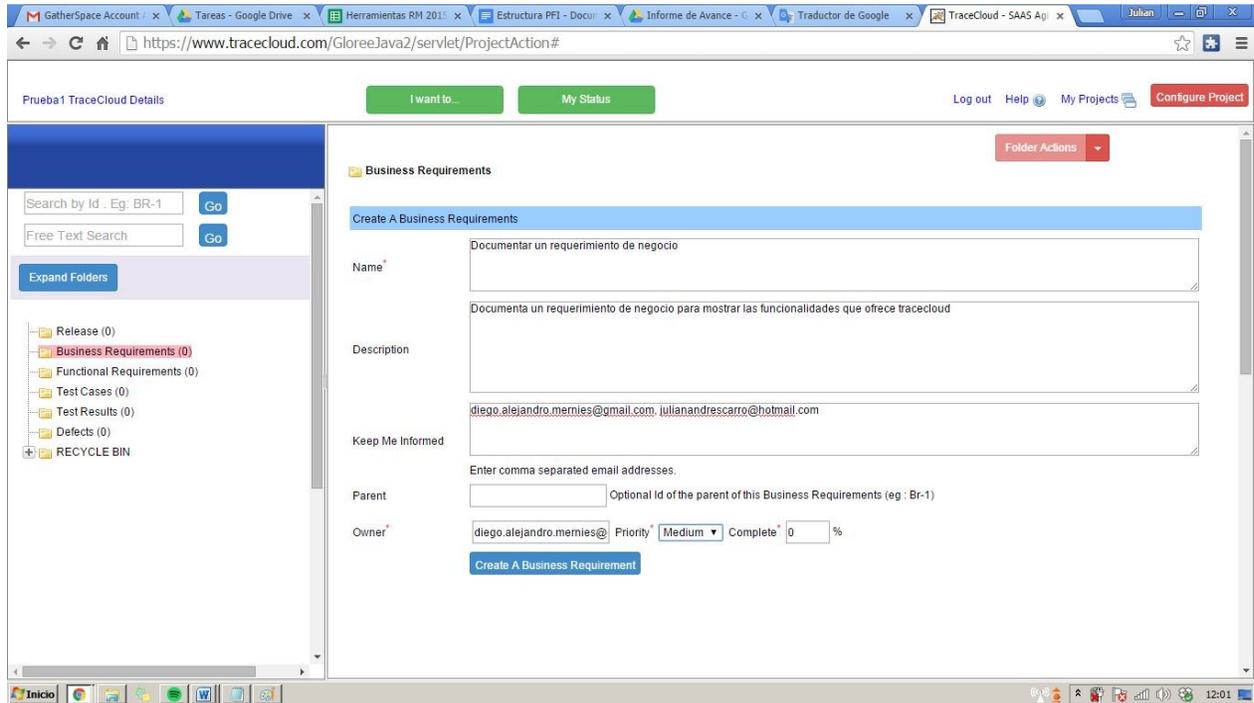


Imagen E – Alta Requerimiento de Negocio

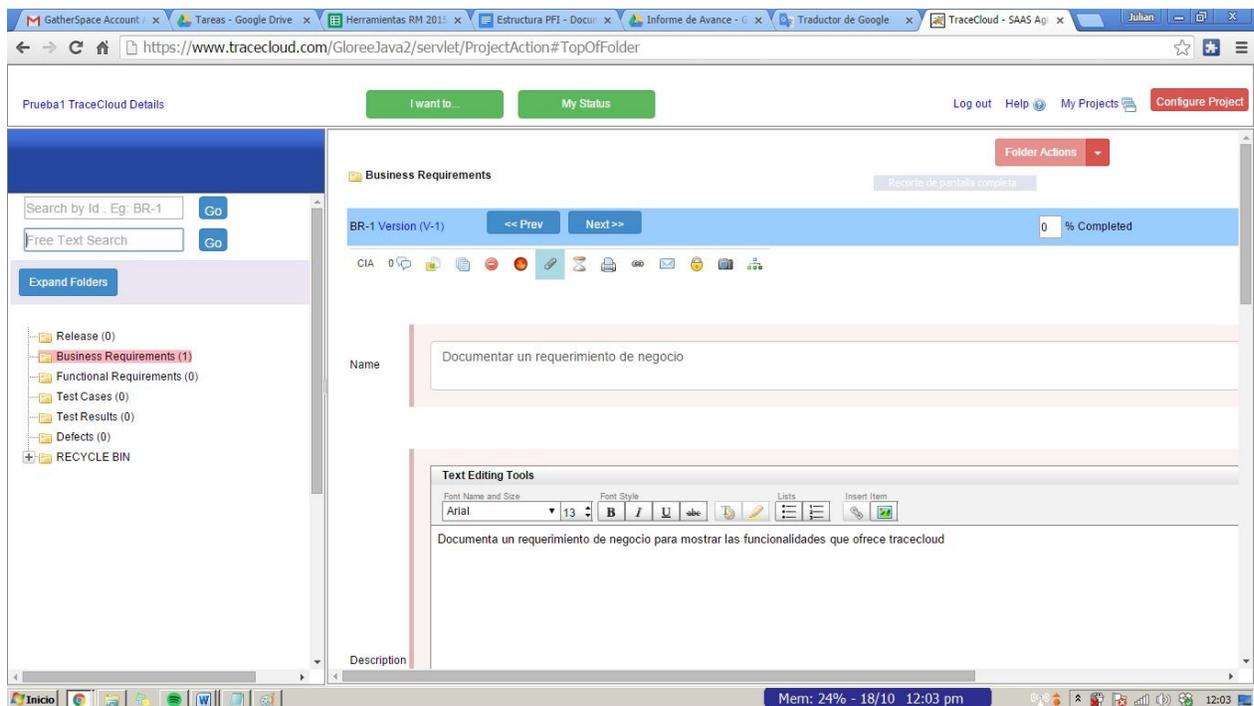


Imagen F – Alta Requerimiento de Negocio

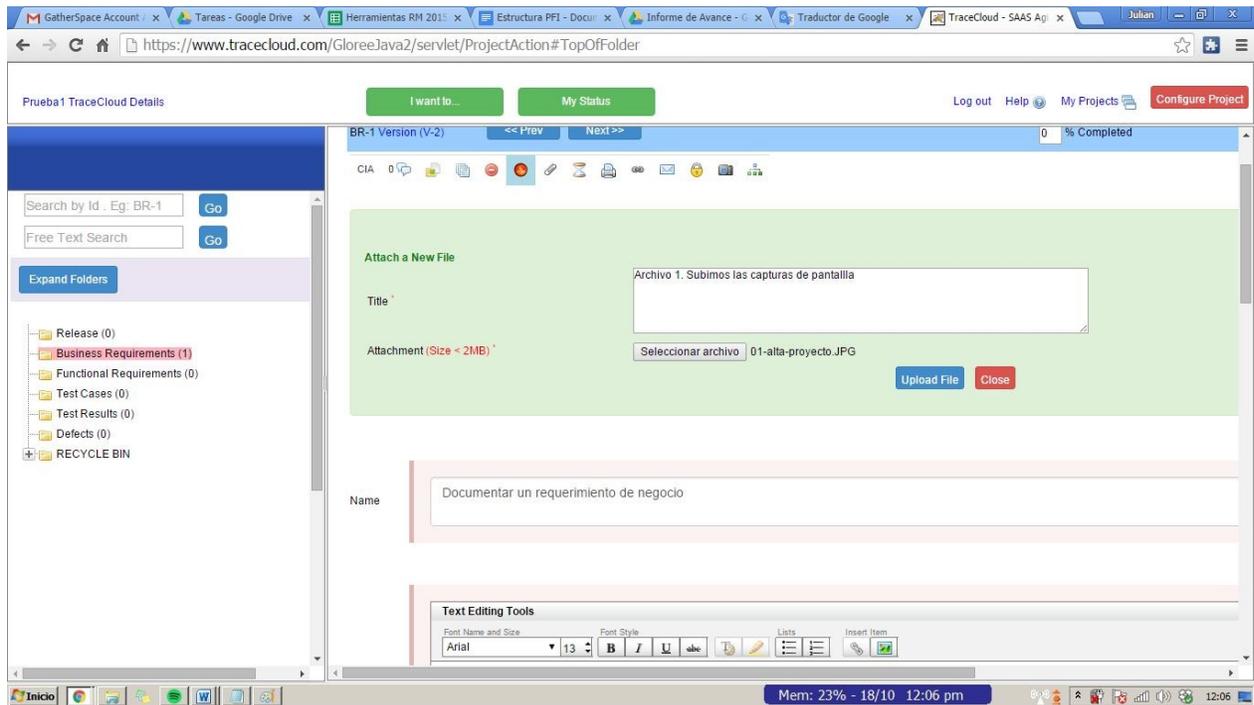


Imagen G – Alta Requerimiento de Negocio, subir Artefacto

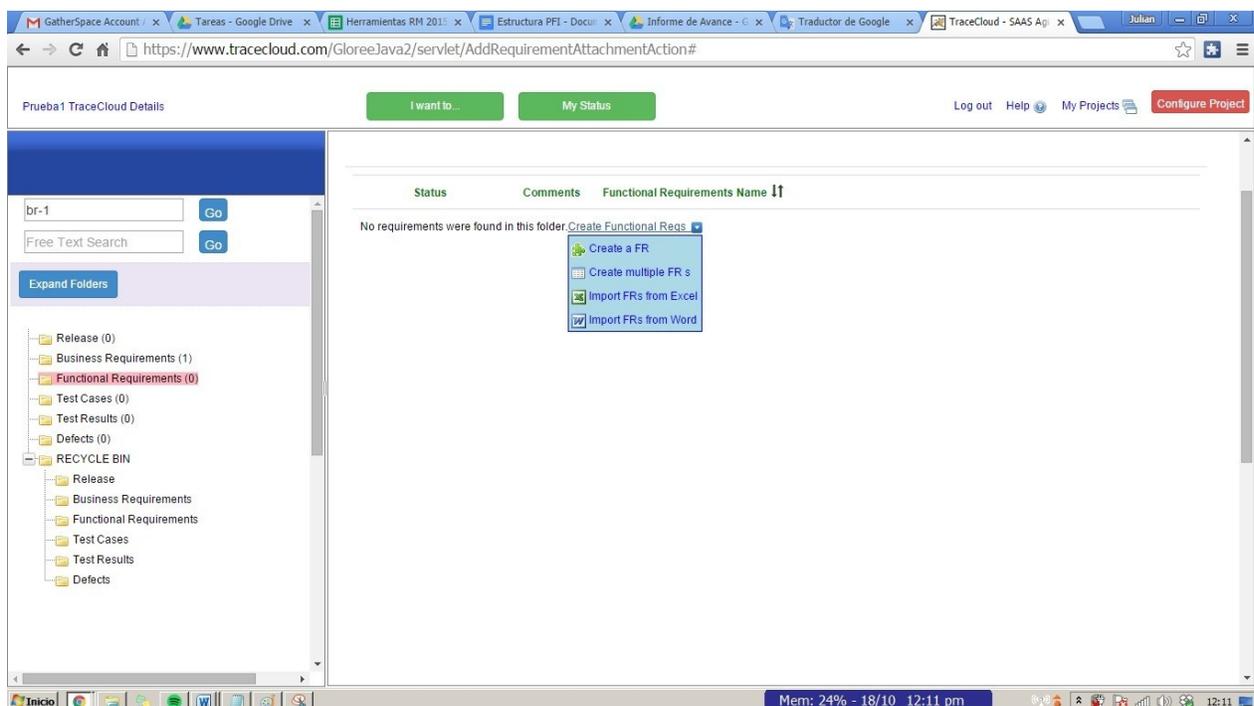


Imagen H – Alta Requerimiento Funcional

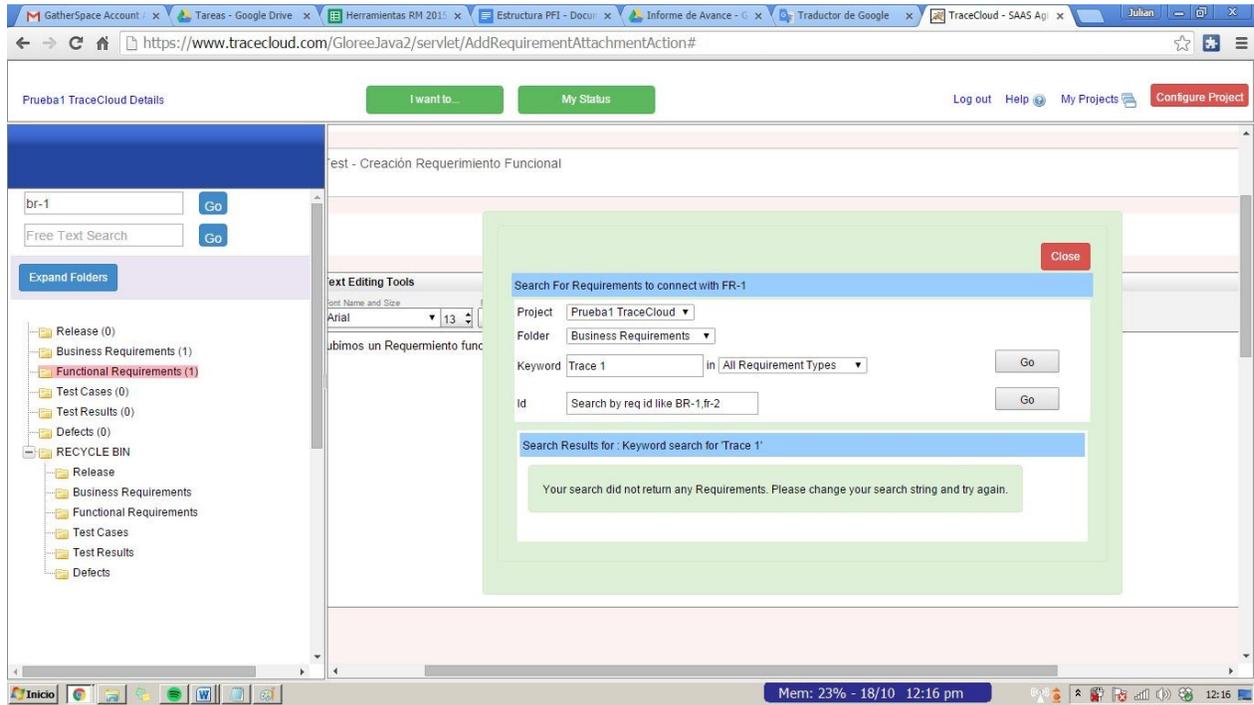


Imagen I – Alta Requerimiento Funcional

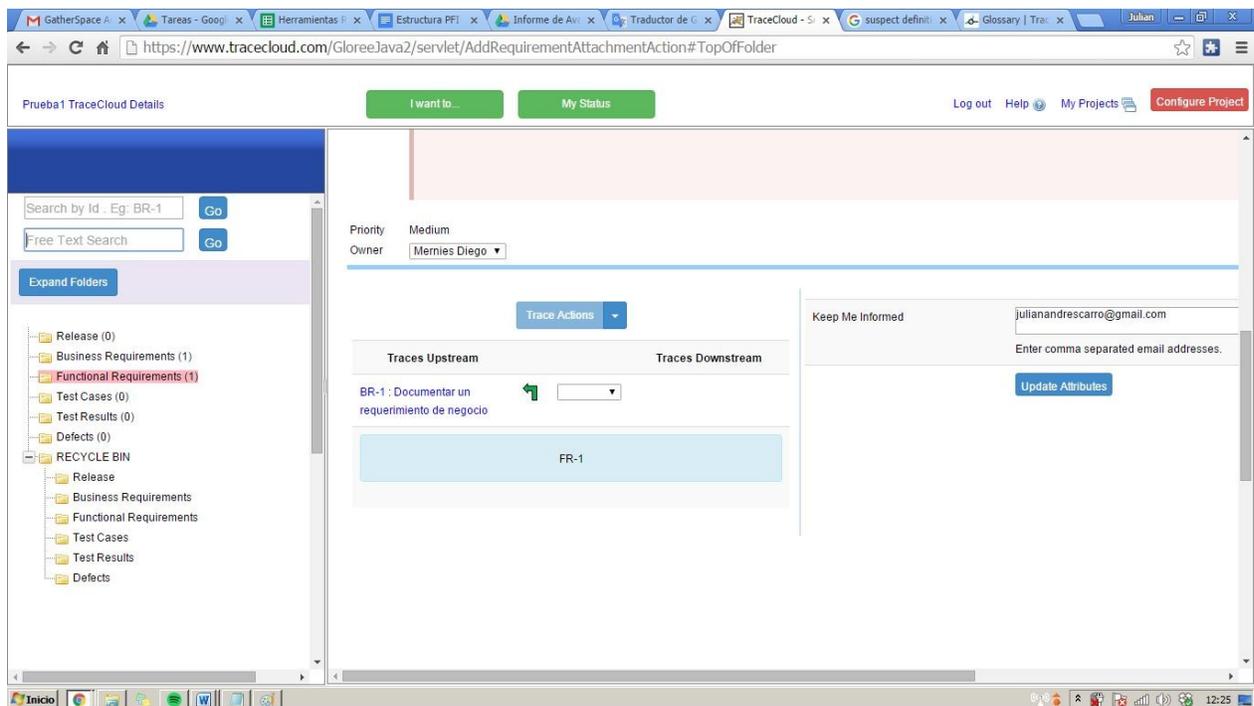


Imagen J – Trazabilidad de Requerimientos

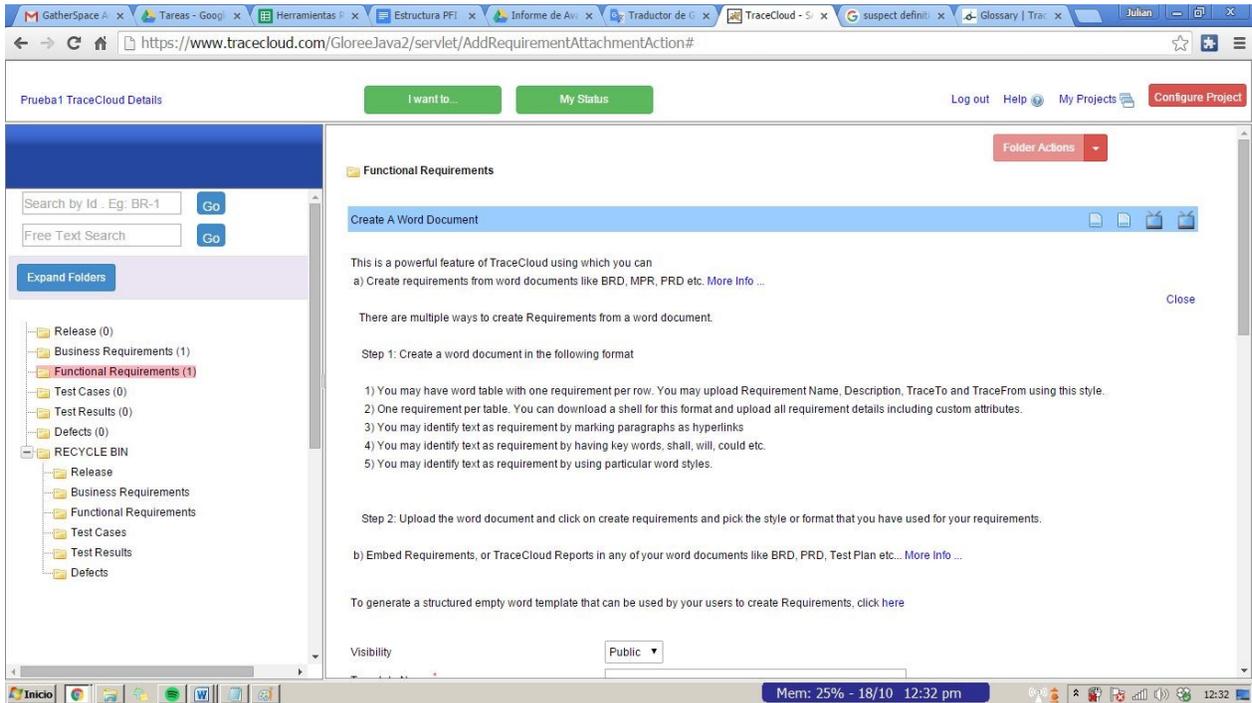


Imagen K – Importando Requerimiento Funcional

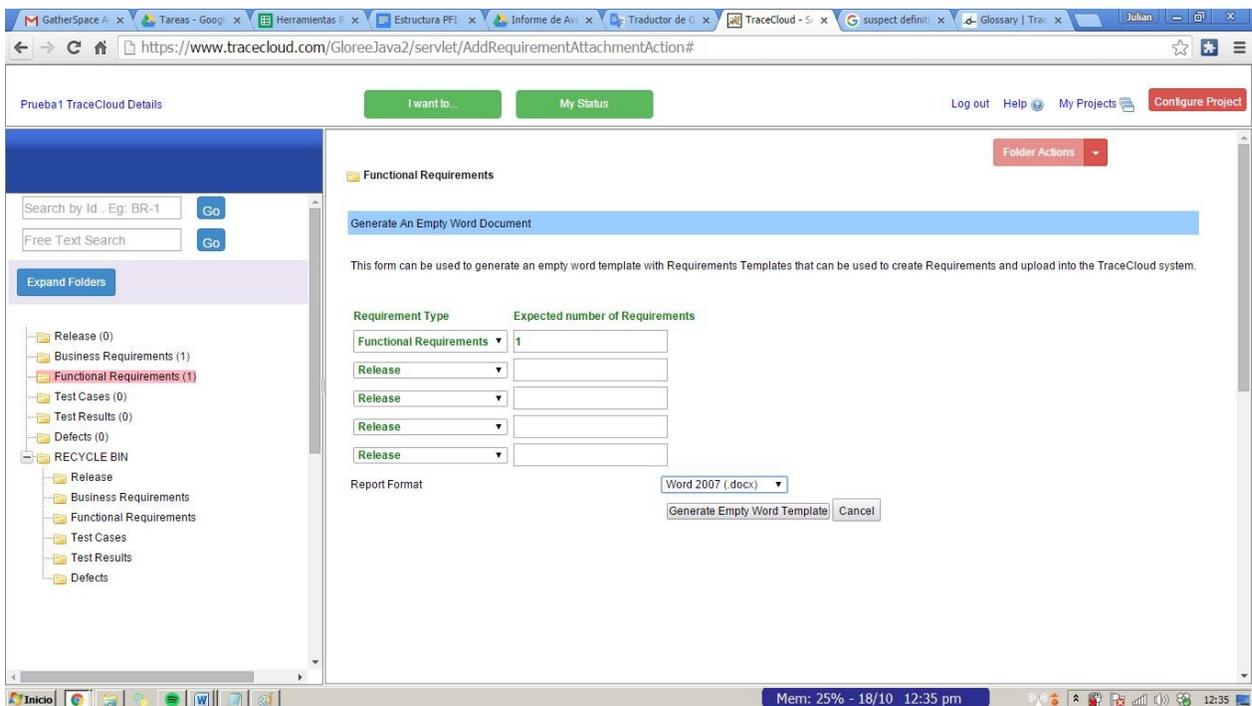


Imagen L – Importando Requerimiento Funcional

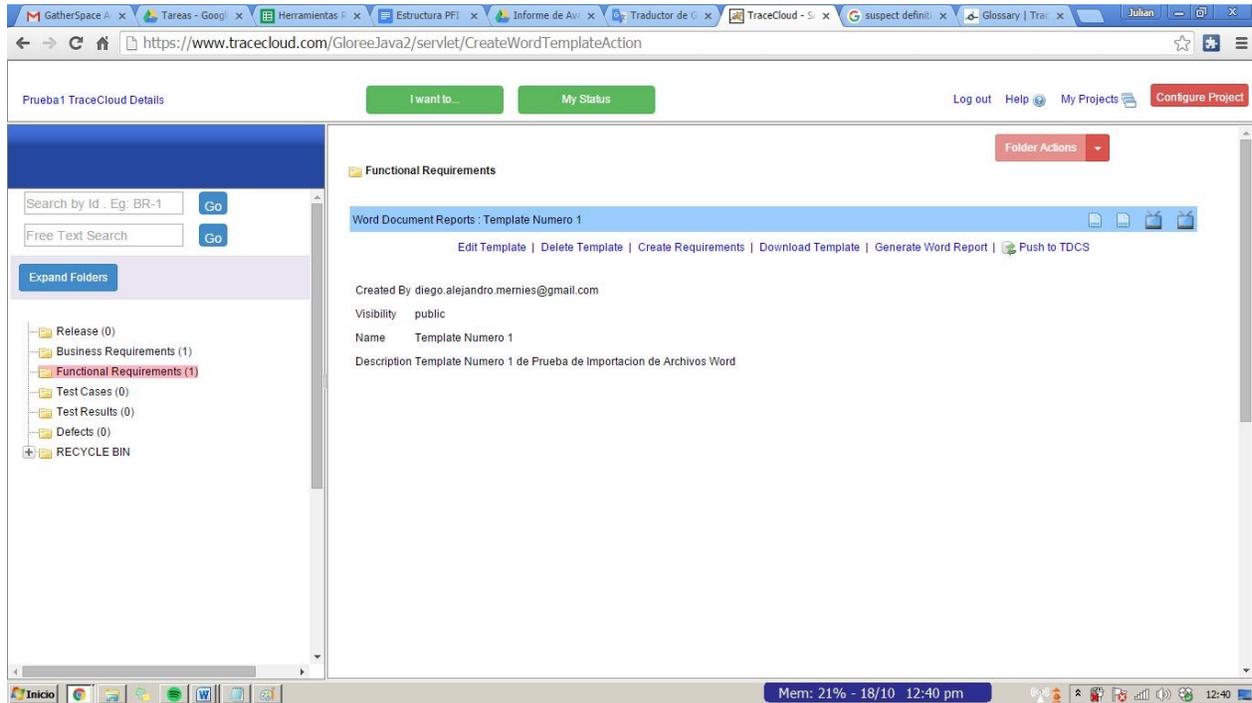


Imagen M – Importando Requerimiento Funcional

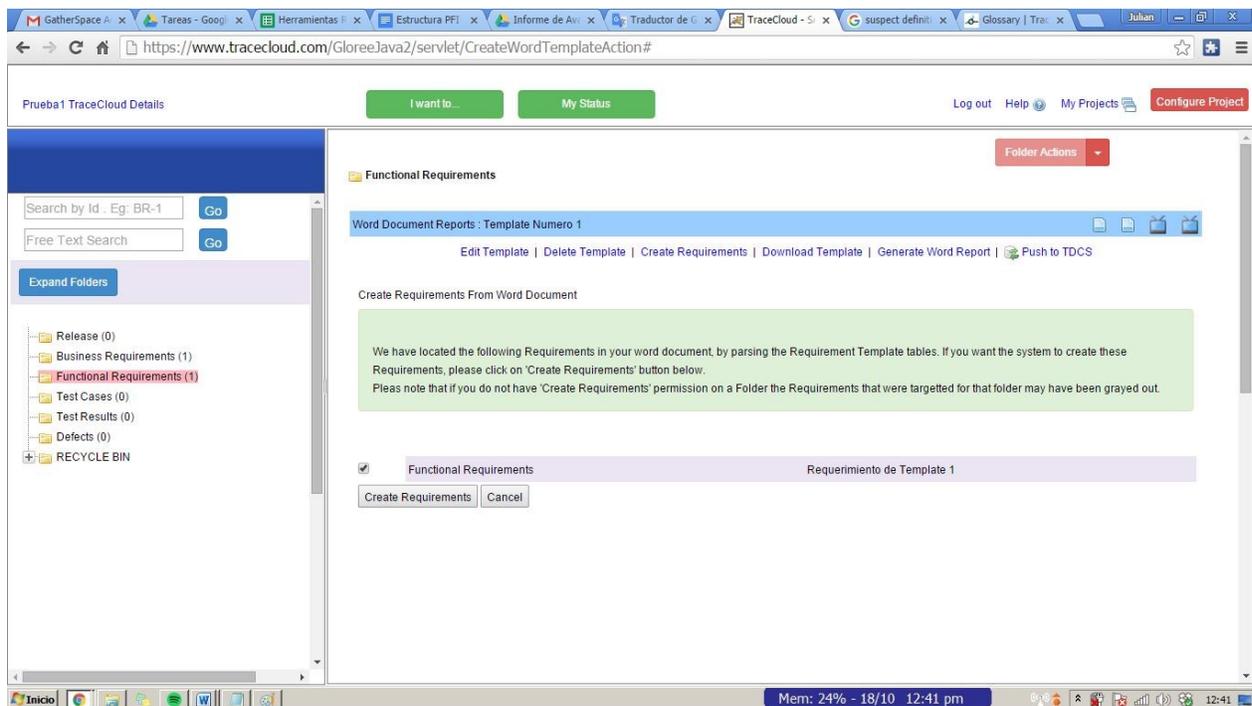


Imagen N – Importando Requerimiento Funcional

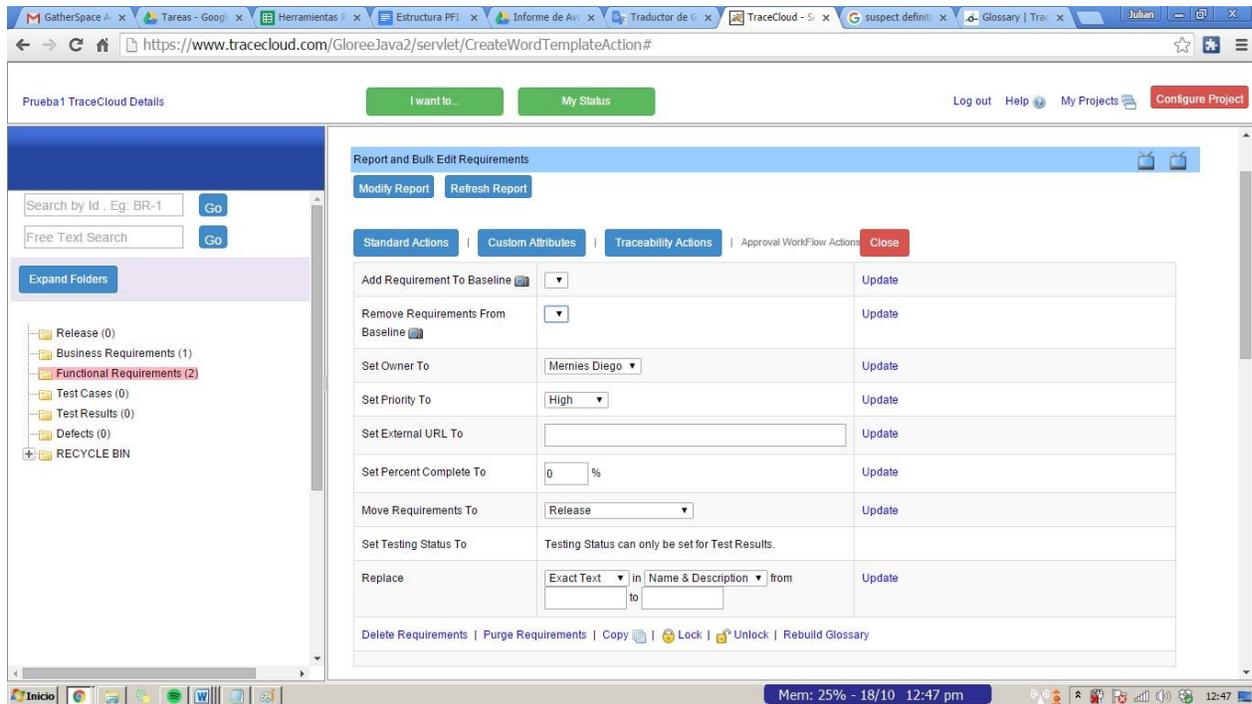


Imagen Ñ – Acciones Estándar.

También se copia un tipo de formato definido por la herramienta para agregar requerimientos funcionales, adjuntándose en su formato original:

Please use this document to fill up your Requirements. If you need to create additional Requirements, feel free to copy / paste the Requirement Templates of the Requirement Type you need. Also feel free to remove any unwanted Requirement Templates. For best results, Please refrain from modifying the structure of the template itself.

Also note that the Required fields are labeled in Red

Requirement Type Prefix : FR

Requirement Type Name : Functional Requirements



Requirement Type Description : Default Functional Requirement type created by the system. These are detail level requirements usually created by design engineers / developers prior to Execute Commit

Requirement Template

Type	Functional Requirements
Folder	Functional Requirements
Owner	diego.alejandro.mernies@gmail.com
Priority	High, Medium, Low
External	
URL	
Name	Requerimiento de Template 1
Description	Descripción sobre el Template de Requerimientos
Trace To	
Trace	BR-1
From	
Keep Me Informed	diego.alejandro.mernies@gmail.com