



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Un método de evaluación de Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio

Ricardo Alonso Marroquín

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN INGENIERÍA DEL SOFTWARE, MÉTODOS FORMALES Y
SISTEMAS DE INFORMACIÓN

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Septiembre 2015

Directores

Dr. Óscar Pastor López

Dr. Sergio España Cubillo

Resumen

La Gestión de Procesos de Negocio (de sus siglas en inglés BPM) es una disciplina empresarial orientada a describir, analizar y gestionar los procesos de negocio de una organización, cuya misión es lograr la alineación de los objetivos estratégicos de la organización con sus procesos de negocio, y mejorar y optimizar continuamente estos procesos mediante su ejecución y monitorización.

Se pueden encontrar en el mercado multitud de productos BPM, y varios análisis comparativos comerciales y marcos de evaluación. Las comparativas comerciales son cerradas y no detallan los criterios relativos a BPM utilizados en sus evaluaciones, además de no incluir los productos de código abierto, mientras que otros marcos de evaluación no profundizan en la definición de los criterios de evaluación o consideran únicamente criterios para algunos de los componentes presentes las suites BPM. Solamente se ha encontrado un método de científico y abierto disponible para evaluar estos productos en toda su extensión y poder compararlos, pero algunos de sus criterios han quedado obsoletos respecto a los nuevos conceptos y tecnologías aparecidas en los últimos años en el campo de la gestión de procesos de negocio.

Este trabajo propone un método de evaluación de sistemas de gestión de procesos de negocio (BPMS), desarrollando un marco abierto sobre BPM actualizado con los últimos conceptos y tecnologías introducidas en los últimos años, del que se extraen los criterios de evaluación, información sobre el uso de los criterios en la evaluación y un método de calificación que permite la cuantificación de la evaluación.

El método de evaluación se pone a prueba mediante la comparación de dos suites de gestión de procesos de negocio de código abierto basándose en un caso de prueba, demostrando que el método propuesto resulta útil para comparar productos BPM. Cabe señalar que una versión anterior del método de evaluación propuesto en este trabajo fue utilizado en el contexto industrial para comparar la herramienta BPM desarrollada por una empresa con otras propuestas existentes en el mercado. El trabajo concluye discutiendo las lecciones aprendidas y los retos para el futuro.

Abstract

Business Process Management (BPM) is a business discipline that describes, analyzes and manages business process in an organization whose mission is to align the strategic objectives of the organization with its business processes, and continuously improve and optimize these processes through their execution and monitoring.

Many BPM products can be found in the market and several commercial comparative analysis and evaluation frameworks. Commercial comparatives are closed and don't detail the criteria related to BPM used in their evaluations, besides not include open source products, while other evaluation frameworks does not delve into the definition of the evaluation criteria or consider only some components present in BPM suites. There is only one scientific and open evaluation framework to fully evaluate these products and compare them, but some of its criteria are obsolete respect to the new concepts and technologies appeared in the last years in the field of business process management.

This thesis proposes an evaluation method for business process management systems (BPMS) developing an open framework on BPM, updated with the latest concepts and technologies introduced in recent years. The evaluation method consists in a set of criteria that are taken from this framework, information on how to use these evaluation criteria and a rating method that allows quantification of evaluation.

The evaluation method is tested by comparing two open source BPM suites based on a test case, showing that the proposed method is useful for comparing BPM products. Note that a previous version of the proposed evaluation method was used in the industrial context for comparing a BPM tool developed by a company with other proposals in the market. The thesis concludes by discussing the lessons learned and challenges for the future.

Agradecimientos

A Candela, porque con ella se abren
nuevos caminos por recorrer.

A Ricardo, Begoña y Noemí, por apoyarme
siempre en todo lo que he emprendido.

A Amparo, por compartir su vida y su amor
conmigo, por su apoyo incondicional.

Este trabajo está dedicado a vosotros.

Índice de Contenidos

1.	Introducción	1
1.1.	Contexto y motivación	2
1.2.	Objetivos	3
1.3.	Estructura del trabajo.....	5
2.	Gestión de Procesos de Negocio.....	6
2.1.	Ciclo de vida de los procesos de negocio	11
2.1.1.	Identificación.....	13
2.1.2.	Definición	14
2.1.3.	Diseño.....	14
2.1.4.	Despliegue	15
2.1.5.	Ejecución	15
2.1.6.	Administración	16
2.1.7.	Monitorización	17
2.2.	Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio.....	19
2.2.1.	Workflow Managements Systems	19
2.2.2.	Business Process Management Systems.....	22
2.2.3.	Intelligent Business Process Management Systems	26
3.	Trabajos relacionados	31
3.1.	Marcos comerciales de evaluación	32
3.1.1.	Gartner Magic Quadrant for Business Process Management Suites	32
3.1.2.	The Forrester Wave™: Business Process Management Suites.....	41
3.1.3.	Ovum Decision Matrix: Selecting a Business Process Management Vendor	45
3.2.	Otros marcos de evaluación.....	49
3.2.1.	Introduction to Evaluating BPMS Suites.....	49
3.2.2.	Patterns-based Evaluation of Open Source BPM Systems.....	52
3.2.3.	Business Process Management Software Selection – Two Case Studies	54
3.2.4.	An evaluation method for Business Process Management Products	55
3.2.5.	BPM Tool Selection: The Case of The Queensland Court of Justice.....	58
3.3.	Conclusiones.....	60
4.	Marco comparativo	63
4.1.	Criterios de evaluación.....	64
4.1.1.	Identificación.....	64

4.1.2.	Definición	66
4.1.3.	Diseño.....	74
4.1.4.	Despliegue	82
4.1.5.	Ejecución	83
4.1.6.	Administración	90
4.1.7.	Monitorización	93
4.1.8.	Producto	95
4.2.	Método de evaluación	98
4.2.1.	Valoración de criterios	99
4.2.2.	Valoración de grupo de criterios.....	100
4.2.3.	Valoración total del producto	101
5.	Caso de prueba.....	102
5.1.	Proceso de aprobación de propuestas de compra	102
5.1.1.	Usuarios.....	102
5.1.2.	Purchase Proposal	103
5.1.3.	Provider Offer.....	106
5.2.	Restricciones	107
5.3.	Entorno de evaluación	107
5.4.	Selección de productos	108
6.	Bonita BPM.....	109
6.1.	Bonita BPM Studio	110
6.2.	Bonita BPM Platform.....	116
6.3.	Modelo de datos de negocio.....	119
6.4.	Modelo de proceso de negocio.....	120
6.4.1.	Edit User Info.....	120
6.4.2.	Purchase Proposal	121
6.4.3.	Provider Offer.....	122
6.5.	Resumen de evaluación	123
7.	Activiti BPM Platform	124
7.1.	Activiti Modeler.....	125
7.2.	Activiti Kickstart.....	126
7.3.	Activiti Designer	126
7.4.	Activiti Engine.....	128
7.5.	Activiti Explorer	129

7.6.	Modelo de datos de negocio.....	132
7.7.	Modelo de proceso de negocio.....	132
7.8.	Resumen de evaluación	133
8.	Comparación de soluciones	134
9.	Conclusiones y líneas futuras	137
9.1.	Contribuciones	137
9.2.	Conclusiones generales.....	138
9.3.	Líneas futuras	140
	Referencias.....	141
	Anexo 1. Criterios de evaluación y pasos del método	153
	Anexo 2. Evaluación de Bonita BPM	154
	Anexo 3. Evaluación de Activiti BPM Platform.....	157
	Anexo 4. Instalación de Bonita BPM	160
	Distribuciones del producto	160
	Instalación del entorno de desarrollo	160
	Costes de instalación y configuración de entornos.....	161
	Anexo 5. Instalación de Activiti BPM Platform.....	162
	Distribuciones del producto	162
	Instalación del entorno de desarrollo	162
	Costes de instalación y configuración de entornos.....	164

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de desarrollo del marco de evaluación	4
Figura 2. Evolución de la Ingeniería de Procesos hacia BPM	6
Figura 3. Beneficios de la implantación de BPM	7
Figura 4. Visión general de la tradición de la tecnología de la información	8
Figura 5. Cadena de valor de un proceso de negocio	9
Figura 6. Ciclos de vida de BPM	12
Figura 7. Evolución de las arquitecturas software empresariales	19
Figura 8. Características básicas de los WfMS	20
Figura 9. Estructura genérica para productos de flujo de trabajo	20
Figura 10. Modelo de Referencia de la WfMC	21
Figura 11. Ciclo de vida de BPM para comparar WfM y BPM	23
Figura 12. Visión general de la variedad de productos utilizados en BPM	24
Figura 13. Arquitectura de producto de integración centrado en procesos.....	24
Figura 14. Principales componentes de un BPMS.....	25
Figura 15. Principales componentes de un iBPMS.....	30
Figura 16. Búsquedas de los términos business process management, bpms y open bpm en Google Trends (Junio 2015)	31
Figura 17. El Cuadrante Mágico de Gartner	36
Figura 18. Magic Quadrant for Pure-Play BPM	38
Figura 19. Magic Quadrant for BPM	38
Figura 20. Magic Quadrant for BPM	39
Figura 21. Magic Quadrant for iBPM.....	40
Figura 22. Segmentación del mercado de BPMS	41
Figura 23. Segmentación del mercado de BPMS	42
Figura 24. The Forrester Wave™: BPMS y su matriz de calificación, 2010	44
Figura 25. The Forrester Wave™: BPMS y su matriz de calificación, 2013	44
Figura 26. Ovum Decision Matrix.....	48
Figura 27. Ovum Decision Matrix: Technology	49
Figura 28. Ovum Decision Matrix: Execution	49
Figura 29. Ovum Decision Matrix: Market Impac	49
Figura 30. El continuo de productos BPM.....	50
Figura 31. Vista de capas de productos BPM	50
Figura 32. Una posible arquitectura para BPMS	52
Figura 33. Ciclo de vida de BPM	56
Figura 34. Actividades de la fase de Identificación	64
Figura 35. Ejemplo de modelo de procesos empresarial (EPM)	65
Figura 36. Diagramas de cadenas de valor añadido.....	65
Figura 37. Vista general del Business Motivation Model (BMM).....	66
Figura 38. Actividades de la fase de Definición.....	67
Figura 39. Actividades de la fase de Diseño	74
Figura 40. Ejemplo de transacción con manejo de excepciones, errores y compensación.....	77
Figura 41. Actividades de la fase de Despliegue	82
Figura 42. Actividades de la fase de Ejecución.....	84

Figura 43. Actividades de la subfase de Interacción	87
Figura 44. Ejemplo del portal de procesos de IBM BPM 8.0	88
Figura 45. Detalle de tarea de usuario en el portal de procesos de IBM BPM 8.0	88
Figura 46. Actividades de alto nivel de las fases de monitorización y administración	91
Figura 47. Ejemplo de cuadro de mandos integral	94
Figura 48. Proceso del método de evaluación	99
Figura 49. Flujo del proceso Purchase Proposal.....	104
Figura 50. Flujo del proceso Provider Offer	106
Figura 51. Área de trabajo de Bonita BPM Studio	111
Figura 52. Panel de pestañas de herramientas para implementación de procesos	111
Figura 53. Diálogo de importación de diagramas de Bonita BPM Studio	112
Figura 54. Gestión del modelo organizacional en Bonita BPM Studio.....	113
Figura 55. Herramientas de desarrollo de Bonita BPM Studio	113
Figura 56. Editor de scripts de Bonita BPM Studio	113
Figura 57. Diseñador de formularios web (v6.x)	114
Figura 58. Bonita BPM Studio UI Designer (v7.x)	114
Figura 59. Conectores proporcionados por Bonita BPM Studio	115
Figura 60. Herramientas de simulación de BPM Studio.....	115
Figura 61. Configuración del servidor embebido para pruebas de ejecución de procesos	116
Figura 62. Arquitectura de alto nivel de Bonita BPM Platform.....	117
Figura 63. Portal de usuarios de Bonita BPM Platform.....	117
Figura 64. Detalle de las columnas de filtro y acciones del portal de usuarios	118
Figura 65. Detalle de la columna de información detallada de acciones	118
Figura 66. Detalle de una acción	118
Figura 67. Portal de administración de Bonita BPM Platform	119
Figura 68. Detalles de ejecución de acciones.....	119
Figura 69. Modelo de datos de negocio para el caso de prueba	120
Figura 70. Modelado del proceso de negocio edición de usuario con Bonita BPM.....	121
Figura 71. Formulario de edición de datos de usuario.....	121
Figura 72. Modelado del proceso de negocio Purchase Proposal con Bonita BPM	122
Figura 73. Modelado del proceso de negocio Provider Offer con Bonita BPM	122
Figura 74. Gráfico de puntuación de Bonita BPM.....	123
Figura 75. Arquitectura de alto nivel de Activiti BPM Platform	124
Figura 76. Área de trabajo de Activiti Modeler.....	125
Figura 77. Barra de herramientas de Activiti Explorer	125
Figura 78. Detalle del editor de propiedades de formularios de Activiti Modeler	126
Figura 79. Área de trabajo de Activiti Designer	127
Figura 80. Detalle del panel de propiedades de Activiti Designer	127
Figura 81. Configuración de formularios para tareas humanas en Activiti Designer.....	128
Figura 82. Vista de usuario del portal Activiti Explorer.....	130
Figura 83. Vista de administración del portal Activiti Explorer	131
Figura 84. Gestión de usuarios y grupos desde Activiti Explorer	131
Figura 85. Gestión de informes desde el portal Activiti Explorer	132
Figura 86. Modelado del proceso de negocio Purchase Proposal con Activiti BPM.....	133
Figura 87. Gráfico de puntuación de Activiti BPM	133

Figura 88. Comparación de puntuación de las suites BPM evaluados.....	134
Figura 89. Portada del entregable para Timeprocess	138

Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen ventajas e inconvenientes de los marcos comparativos estudiados.....	62
Tabla 2. Criterios de evaluación de la fase de Identificación	66
Tabla 3. Estándares para modelado de procesos de negocio	67
Tabla 4. Criterios de evaluación de la fase de Definición.....	73
Tabla 5. Criterios de evaluación de la fase de Diseño	82
Tabla 6. Criterios de evaluación de la fase de Despliegue	83
Tabla 7. Criterios de evaluación de la fase de Ejecución	90
Tabla 8. Criterios de evaluación de la fase de Administración	93
Tabla 9. Criterios de evaluación de la fase de Monitorización	95
Tabla 10. Criterios de evaluación como Producto	98
Tabla 11. Datos de negocio de usuario	103
Tabla 12. Datos de negocio del proceso Purchase Proposal.....	105
Tabla 13. Datos de negocio del proceso Provider Offer	106
Tabla 14. Comparación de características según la edición de Bonita BPM (v6.5.0)	110
Tabla 15. Fortalezas y debilidades de las suites evaluadas.....	136
Tabla 16. Criterios evaluados en cada paso del método	153
Tabla 17. Puntuación de evaluación de Bonita BPM Platform	156
Tabla 18. Puntuación de evaluación de Activiti BPM Platform.....	159

1. Introducción

En las últimas dos décadas se ha producido un creciente interés sobre el campo de la Gestión de los Procesos de Negocio (de sus siglas en inglés BPM) por parte de las comunidades de administración de empresas, consultores, analistas, académicos, ciencias de la computación, productores de software y usuarios finales [Hammer 2010] [Weske 2012], que se hace patente a través del análisis de la abundante literatura existente, o la variedad de metodologías, estándares y herramientas técnicas que han surgido durante estos años.

Centrándonos en el ámbito de los productos o aplicaciones software disponibles en el mercado, este interés se constata al comprobar que el número de suites BPMS es realmente extenso, tal y como se puede ver en [OMG 2015a], en [BPI 2015] y en [Capterra 2015], hecho que también se comenta en [Weske 2012], [Moya, Hitpass 2012], [Hammer 2010], [Koster et al. 2010] y [van der Aalst, van Hee 2002]. Pero no todas estas herramientas cuentan con el nivel de madurez adecuado, o cuentan con el soporte completo a todas las actividades necesarias para realizar la implantación de BPM en una organización [Moya, Hitpass 2012].

Debido a la cantidad de soluciones diferentes que ofrece el mercado de las BPMS, la amplitud de prácticas y tecnologías que abarca BPM, y la complejidad que presentan algunas de esas prácticas y tecnologías, la evaluación y selección de una solución BPMS resulta una tarea difícil para los usuarios potenciales de BPM.

Para realizar esta evaluación, se puede hacer uso de comparativas realizadas por reputadas empresas como Gartner Inc., Ovum o Forrester, que con cierta regularidad publican análisis de mercado de los productos BPMS. Estas evaluaciones se centran en el análisis de las características de los proveedores y sus estrategias de posicionamiento en el mercado, en cuyo caso, los criterios de evaluación son descritos en detalle. Pero apenas proporcionan información acerca de los criterios utilizados para evaluar el soporte a las prácticas de BPM que presentan los productos.

Los métodos de evaluación aplicados por estas empresas respecto a las tecnologías BPMS no son abiertos, y sus resultados son difíciles de verificar. Al ser métodos cerrados, no permiten realizar evaluaciones sobre alguna característica concreta de las aplicaciones, como por ejemplo la definición y modelado de procesos de negocio. Suelen centrarse en los productos BPMS propietarios, dejando de lado las soluciones software de código abierto, que en los últimos años han aumentado su grado de madurez mejorando considerablemente su catálogo de características y funcionalidades, igualando en algunos casos a los productos propietarios [Nie et al. 2008] [Wohed et al. 2009].

Otros marcos comparativos o métodos de evaluación, principalmente de índole académica, están basados en fundamentos científicos extraídos de la literatura relevante en el campo del BPM. Identifican las fases del ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio que deben ser soportadas por las aplicaciones software, y en algunos casos, describen en detalle un conjunto de criterios de evaluación para cada una de estas fases.

En unos casos, estos métodos solamente presentan una descripción de alto nivel de las características de la arquitectura de la aplicación BPMS a evaluar, y no ofrecen criterios bien definidos para realizar dicha evaluación. En otros casos, solamente se tienen en cuenta las características tecnológicas, descartando otro tipo de criterios que pueden ayudar a caracterizar este tipo de aplicaciones, o que pueden resultar relevantes a la hora de evaluar una suite BPM.

Además, a excepción de las evaluaciones de Gartner, Ovum o Forrester, que publican actualizaciones de sus estudios de mercado de manera más o menos periódica, el resto de métodos de evaluación pueden haber quedado obsoletos en cuanto a los criterios utilizados, debido a la constante evolución que se ha producido en el campo del BPM durante los últimos años, que ha provocado que se deban agregar nuevas características en los productos BPMS, como el procesamiento de eventos complejos, análisis en tiempo real, etc. introducidas en la nueva generación de productos BPMS, los iBPMS.

1.1. Contexto y motivación

La idea de disponer de un método riguroso y abierto que permita la evaluación objetiva de sistemas de gestión de procesos de negocio surge durante el periodo en el que trabajé para la empresa Company for Software and Development, (CSD) S. A., de capital valenciano, en calidad de analista y arquitecto software, en el área de gobierno y administraciones públicas.

Por aquel entonces, y con motivo de los objetivos de expansión en el mercado latinoamericano que tenía la empresa, la dirección de área me encarga la realización de una comparativa de soluciones de gestión de procesos de negocio, para seleccionar el producto adecuado con intención de utilizarlo en uno de los productos desarrollado por la empresa para dicho mercado.

Para realizar la comparativa empecé investigando los conceptos básicos relacionados con la gestión de procesos de negocio, puesto que mi conocimiento en la materia era escaso. Dada la limitación de tiempo que tenía, esta investigación fue breve, pero me sirvió para comprender y tener una visión global de las principales características de BPM. Después, realicé un análisis sobre las comparativas comerciales existentes. Concretamente, las comparativas analizadas fueron Gartner Magic Quadrant for BPM Suites, The Forrester Wave: Business Process Management Suites y Ovum Decisión Matrix: Selecting a Business Process Management Vendor. Advertí que los análisis de estas comparativas presentan los criterios de estudio de mercado de productos comerciales desarrollados por empresas bien posicionadas tradicionalmente en los mercados de TI, pero no presentan los criterios de evaluación referentes a la gestión de procesos de negocio utilizados en sus comparativas.

Del análisis de las comparativas comerciales, extraje las áreas funcionales que normalmente presentan los productos BPMS, que me sirvió como base para establecer los criterios de evaluación que utilizaría para realizar la evaluación. Estos criterios los extraje mediante el análisis de las características que presentaban en cada una de las áreas funcionales algunos de los productos presentados en las evaluaciones comerciales, mediante el estudio de la documentación disponible de cada uno de ellos. Con toda esta información definí una matriz de comparación con la que evaluar productos BPMS de forma genérica.

Como la idea de la empresa era integrar la suite BPM seleccionada en nuestros productos, el factor coste era una restricción importante, por lo que comencé mi evaluación centrándome en suites BPM de código abierto, pero teniendo en cuenta que dispusieran de servicios de soporte profesional y consultoría, aunque sin descartar los productos comerciales, que analizaría posteriormente si disponía de más tiempo. La evaluación la basé en el análisis de la documentación de las soluciones para puntuar el grado de cumplimiento que daban a los criterios establecidos. Finalmente, los productos evaluados fueron: OpenSAT, Bonita Open Solution, Enhydra Shark, Activiti, JBoss jBPM5, BizAgi BPM Suite, Appian BPM Suite, BOC Adonis, TIBCO ActiveMatrix BPM, Pegasystems, Newgen, Cordys, ActiveVOS, uEngine y AuraPortal, y el producto seleccionado fue Bonita Open Solution.

Más tarde, aprovechando que cursaba una de las asignaturas que impartían en el máster Óscar y Sergio, tutores del presente trabajo, les presenté el marco de evaluación que había elaborado. Después de mostrar gran interés por el mismo, me propusieron la posibilidad de que fuera utilizado en el contexto de un convenio de colaboración del Centro de Investigación e Métodos de Producción de Software (PROS) de la UPV con la empresa TimeProcess. Esta colaboración, destinada a mejorar una tecnología puntera de BPM, requería la comparación rigurosa de la herramienta con otras propuestas existentes en el mercado. Los datos de los convenios son los siguientes:

- Consulting agreement between the Univerditat Politècnica de València and TimeProcess limited to ontological characterisation of TimeProcess tool (2012).
- Contrato para la mejora de la experiencia de uso para analistas y usuarios de la tecnología utilizada por Tecnogram Process (2012-2013).

Con motivo de la realización del trabajo fin de máster, mi creciente interés por el campo de la gestión de los procesos de negocio, y visto que los marcos comparativos existentes no cubren todas las necesidades de evaluación o los criterios presentados han quedado obsoletos en algunos casos, tal y como se ha visto en la sección anterior, finalmente me decido desarrollar un marco de evaluación científico, formal, actualizado y abierto que ayude a comparar de forma rigurosa los productos de gestión de procesos de negocio existentes en el mercado.

Disponer de un método de evaluación como el presentado en este trabajo es de gran utilidad para empresas que deseen implantar y automatizar la disciplina de gestión de procesos de negocio, para empresas consultoras que deban ayudar a sus clientes a acometer dicha tarea, o incluso a las propias empresas de desarrollo de este tipo de sistemas, ya que les permite identificar carencias en sus productos en comparación con los de su competencia.

1.2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es desarrollar un método de evaluación mediante la definición de un marco comparativo científico, abierto y objetivo, que permita evaluar detalladamente los productos o suites de gestión de procesos de negocio (BPMS), además de las consideradas como nueva generación de este tipo de suites, las suites de gestión de procesos

de negocio inteligentes (iBPMS). En la Figura 1 se observa, en notación BPMN, en enfoque adoptado para el proceso de desarrollo del marco de comparativo.

Este marco comparativo está basado en la definición de unos criterios de evaluación extraídos principalmente del análisis del ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio, pero también establece otros criterios de evaluación teniendo en cuenta características como la usabilidad del entorno de desarrollo que proporcionan, la facilidad de configuración y puesta en funcionamiento de la plataforma, etc., así como criterios relacionados con el producto, considerando características como el soporte, la documentación y formación ofrecida por el desarrollador del producto, políticas de licenciamiento, etc.

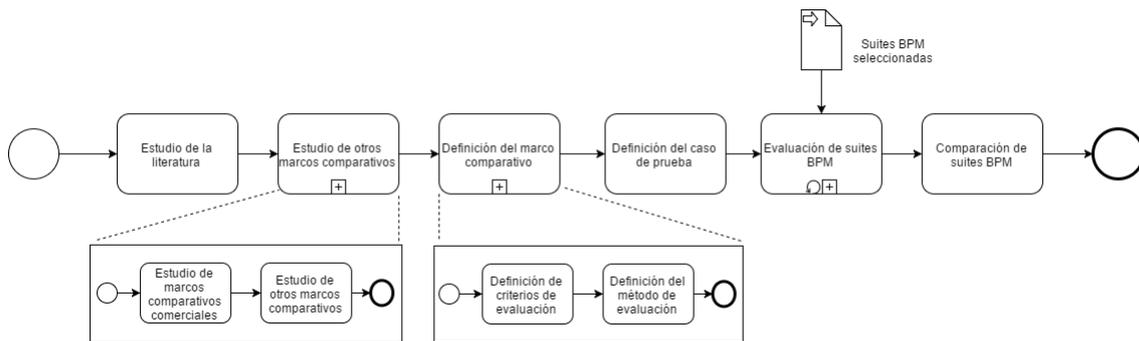


Figura 1. Proceso de desarrollo del marco de evaluación

Los criterios de evaluación son definidos mediante un análisis exhaustivo de la literatura relevante en el campo de la gestión de procesos de negocio, teniendo en cuenta las publicaciones más recientes, dada la continua evolución que ha experimentado este campo en los últimos años. Además, se estudia una muestra de otros marcos y métodos de evaluación de sistemas de gestión de procesos de negocio de los que también se pueden extraer más criterios, visiones o métodos que pueden ayudar a establecer un marco comparativo más rico y detallado.

Adicionalmente, se desarrolla un caso de prueba que permite evaluar empíricamente algunas de las características definidas por los criterios de evaluación.

Finalmente, el método de evaluación se pone es evaluado mediante la implementación del caso de prueba en dos suites de gestión de procesos de negocio de código abierto diferentes; Bonita BPM y Activiti BPM Platform, demostrando que el método de evaluación propuesto permite una comparación rigurosa de estos productos de acuerdo a diferentes criterios, de modo que la elección del producto BPM puede ajustarse mejor a los objetivos específicos de los usuarios de estos productos.

Como objetivo secundario del trabajo, se pretende dar relevancia a la utilización de sistemas de gestión de procesos de negocio de código abierto, dado que en los últimos años, en algunos casos, han alcanzado un alto grado de madurez [Wohed et al. 2007] [Wohed et al. 2008] gracias a la considerablemente ampliación de su catálogo de características, funcionalidades, así como la mejora en el rendimiento que presentan, que les permite competir con muchos de los productos propietarios presentes desde hace tiempo en el mercado, desarrollados por grandes empresas del sector [Nie et al. 2008] [Wohed et al. 2009].

1.3. Estructura del trabajo

El trabajo está dividido en nueve capítulos, que se distribuyen de la siguiente forma:

- El *Capítulo 1* introduce una visión general del campo de la gestión de procesos de negocio y de las herramientas software desarrolladas para su automatización, el contexto del problema, la motivación para la realización de este trabajo, los objetivos propuestos, así como la estructura del mismo.
- El *Capítulo 2* presenta el estado del arte tanto en el campo de la gestión de procesos de negocio como en los componentes y funcionalidades que deben ofrecer los sistemas de gestión de procesos de negocio, mediante la recopilación de los conceptos fundamentales relacionados con estas materias.
- El *Capítulo 3* diserta otros trabajos existentes relacionados con la evaluación de productos BPMS. Por una parte se analizan estudios de reconocidas empresas dedicadas al análisis de mercados relacionados con las tecnologías de la información. Por otra parte, se investigan publicaciones de índole académica relacionados con la evaluación de este tipo de productos.
- El *Capítulo 4* propone el marco comparativo para la evaluación de sistemas de gestión de procesos de negocio, en el que se definen los criterios y el método de evaluación y la forma en que dichos criterios deben ser utilizados para evaluar ese tipo de sistemas.
- El *Capítulo 5* presenta un caso de prueba sencillo que es utilizado para validar el método de evaluación propuesto.
- Los capítulos 6 y 7 analizan, siguiendo el método de evaluación propuesto, dos sistemas de gestión de procesos de negocio de código abierto.
- El *Capítulo 8* expone los resultados obtenidos de la aplicación empírica del método de evaluación de las suites anteriores.
- El *Capítulo 9* expone las conclusiones y líneas futuras del trabajo.

2. Gestión de Procesos de Negocio

En la actual situación de globalización en la que se encuentran las organizaciones, caracterizada por un entorno cada vez más competitivo, se hace necesario algún elemento de valor añadido que diferencie los productos o servicios proporcionados por estas organizaciones.

Esta situación induce a las organizaciones a replantearse los conceptos de calidad y a aplicar estándares, modelos y metodologías de excelencia basados en los términos de gestión de la calidad y de los procesos, como *Business Process Reengineering (BPR)*, *Lean Six Sigma*, *Statistical Process Control (SPC)*, *Total Quality Management (TQM)*, *ISO 9000*, *ISO 9000:2000*, etc., introduciendo la mejora continua y la innovación para mejorar el desempeño, es decir, la eficiencia, eficacia y agilidad de la organización, a través de la gestión de sus procesos de negocio [van der Aalst, van Hee 2002] [Harmon 2010] [Moya, Hitpass 2012] [Hitpass 2014]. En la Figura 1 se muestra la evolución histórica que ha seguido la Ingeniería de Procesos hacia la gestión de procesos de negocio.

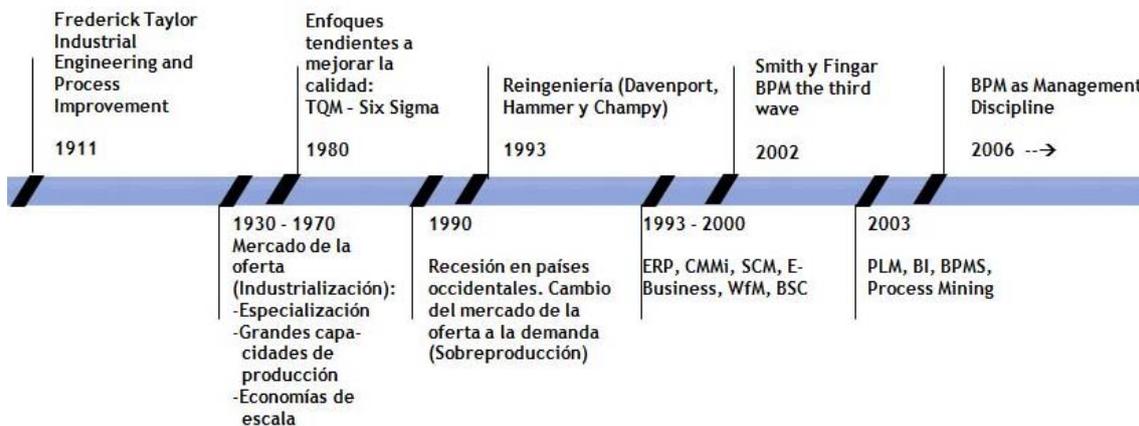


Figura 2. Evolución de la Ingeniería de Procesos hacia BPM [Hitpass 2014]

Se puede describir un proceso de negocio como un conjunto actividades relacionadas y estructuradas (una cadena de eventos o actividades) que se realizan coordinadamente en un entorno organizativo y técnico, y que producen un determinado producto, servicio u objetivo de negocio. Cada proceso de negocio es promulgado por una organización, pero puede interactuar con los procesos de negocio de otras organizaciones [Hammer 2010].

La adopción de estándares y metodologías de Gestión de Procesos de Negocio ofrece a las organizaciones la capacidad de adaptarse rápidamente a los cambios que surgen en su entorno, ya que proporcionan un control total sobre los procesos de negocio, que abarca desde su definición y diseño, hasta su medición y optimización mediante su ejecución y análisis, todo ello dentro de un ciclo iterativo de mejora continua y reingeniería de los procesos, es decir, el ciclo de vida de los procesos de negocio [Hitpass 2014]. El mayor control y eficiencia en la capacidad de cambio en los procesos de negocio de una organización permite, a través de estos, crear valor para los clientes [Wurtzel 2013].

BPM alinea todas las partes implicadas en una organización para trabajar de manera conjunta y colaborativa, y alcanzar la dirección estratégica y los objetivos de negocio de la misma,

controlando el proceso de extremo a extremo. Estas partes engloban a todos los recursos de la organización, tanto humanos, como directivos, gestores de negocio, empleados, técnicos de TI, clientes, etc., como materiales, como documentos, sistemas de información, etc. [Panagacos 2012]. BPM es una disciplina integradora que engloba técnicas y disciplinas de gestión, que abarca las capas de negocio y de tecnología y que proporciona una visión holística de la gestión organizacional a través de los procesos [Harmon 2010] [Weske 2012] [Sinur et al. 2013].

El valor principal que BPM ofrece a las organizaciones es el de procesar más productos y servicios con menor esfuerzo, mayor calidad y con un coste reducido (económico y temporal), es decir, las organizaciones son más ágiles, eficaces y eficientes [Harmon 2010]. Aparte de los beneficios económicos, con BPM se consigue la reducción de errores, mejora de los niveles de servicio y el mejor conocimiento de los procesos de negocio dentro de la organización, además de la satisfacción de los clientes, es decir, beneficios estratégicos [Panagacos 2012]. Tal y como se puede observar en la Figura 3, los beneficios obtenidos aumentan en función del grado de madurez de las metodologías BPM en la organización.

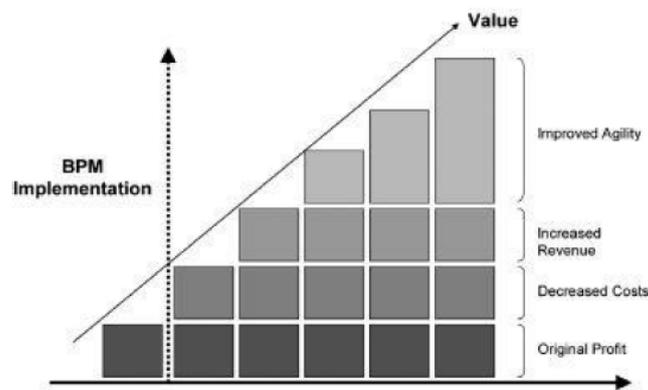


Figura 3. Beneficios de la implantación de BPM [Panagacos 2012]

De entre todos los recursos de la organización, los sistemas de información juegan un papel importante en la gestión de los procesos de negocio, ya que la mayoría de actividades llevadas a cabo por las organizaciones están soportadas por ellos. Los sistemas de información surgen dentro de una organización con el objetivo de mejorar la eficacia de la organización en el logro de sus objetivos y aumentar la eficiencia de la práctica del trabajo, pero para ello, es necesario que la tecnología de la información este alineada con los objetivos de la organización. Asegurar que los sistemas de información soportan adecuadamente los procesos de la organización facilita esta alineación [España 2011]. Los procesos de negocio son un concepto importante para facilitar esta alineación.

Tradicionalmente, los procesos de negocio se han realizado manualmente, guiados por el conocimiento del personal de la organización y con el soporte de los estándares, reglamentos y procedimientos instaurados en ella. Las organizaciones pueden lograr beneficios adicionales si se utilizan los sistemas software para la coordinación de las actividades involucradas en los procesos de negocio.

Para dar soporte a estos procesos de negocio, los sistemas de información han seguido enfoques basados en datos, es decir, utilizando el modelado de información como punto de partida [Smith,

Fingar 2006]. Como se observa en la Figura 4, ejemplos de estos tipos de sistemas de información son los sistemas para la *Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*, los sistemas para la *Gestión de Relaciones con Clientes (CRM)*, o los sistemas para la *Gestión de la Cadena de Suministros (SCM)* [Weske 2012] [Wurtzel 2013].

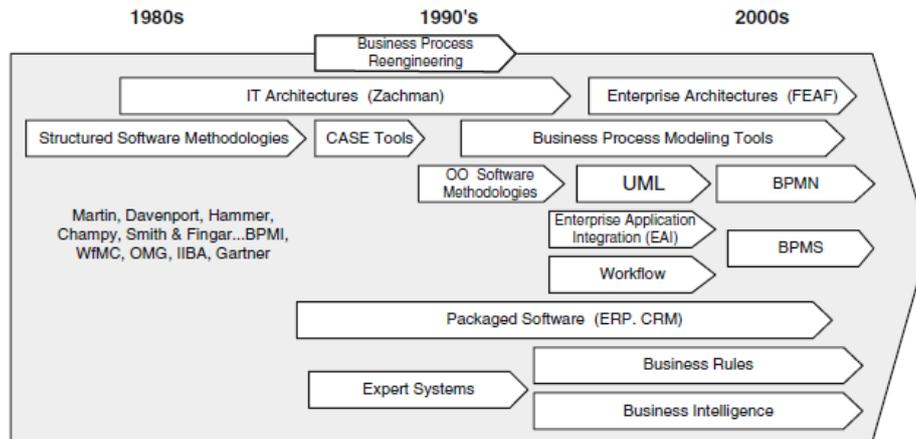


Figura 4. Visión general de la tradición de la tecnología de la información [Harmon 2010]

Estos sistemas software suelen estar implantados verticalmente, es decir, soportan los procesos de negocio de una o varias áreas funcionales específicas de la organización de manera independiente, sin la transversalidad organizacional necesaria que requiere la disciplina de la gestión de procesos de negocio. Esto provoca que parte del proceso de negocio y su gestión quede oculto en el interior del sistema de información [van der Aalst, van Hee 2002], con un fuerte acoplamiento entre los sistemas software, los procesos y los datos, duplicidad de datos entre los diferentes sistemas software de la organización, diferentes formatos de almacenamiento, etc. [Weske 2012].

En la década de los 90, con el surgimiento del concepto de *Re-Ingeniería de Procesos de Negocio (BPR)*, aparecieron los *Sistemas de Gestión de Flujo de Trabajo (WfMS)*, cuyo propósito principal era soportar la definición, ejecución, registro y control de los procesos de negocio [Reijers 2003] [Chen 2012]. Un WfMS es un sistema que define completamente, gestiona y ejecuta flujos de trabajo a través de la ejecución de un programa cuyo orden de ejecución es dirigido por una representación de ordenador de la lógica del flujo de trabajo [WfMC 1995].

Los primeros WfMS eran sistemas software simples que permitían automatizar y dirigir una secuenciación de tareas o actividades manuales o automáticas, establecidas con unas reglas predefinidas, cubriendo parcialmente el ciclo de vida de los procesos de negocio, con limitaciones en cuanto a la integración con sistemas externos existentes en la organización, y sin apenas facilidades de monitorización y control sobre las instancias de los procesos de negocio en ejecución [van der Aalst, van Hee 2002]. Estos WfMS principalmente estaban diseñados para manejar el procesamiento de documentos y gestionar la interacción entre los empleados y los datos. Los formularios eran almacenados en bases de datos, que, posteriormente, eran enviados a los terminales de los empleados para que pudieran ser procesados. En cuanto un empleado terminaba con un formulario, se enviaba al siguiente empleado que tenía que verlo.

A finales de la década de los 90, los WfMS se fueron integrando con los sistemas ERP, pero pronto se advirtió que la gestión de múltiples motores de flujo de trabajo, uno para cada aplicación ERP, era demasiado complejo, y se hizo evidente que sería mejor tener un solo motor de flujo de trabajo que gestionara todos los empleados y todas las aplicaciones que se utilizan en un proceso de negocio completo [Miers, Harmon 2005].

Típicamente, los WfMS están formados por dos subsistemas; el subsistema de Modelado del flujo de trabajo, para modelar los procesos de negocio implementados, y el subsistema de Ejecución o Motor de flujos de trabajo, responsable de la ejecución de los procesos siguiendo el flujo definido en el modelo [Weske 2012].

Los sistemas para la gestión de los procesos de negocio, además de soportar horizontalmente las actividades realizadas en cada una de las áreas funcionales implicadas en los procesos de negocio de la organización [Reijers 2003] [Harmon 2014], es decir, la cadena de valor de la organización [Weske 2012], tal y como se puede observar en la Figura 5, deben cubrir todo el ciclo de vida de los procesos de negocio. También deben contar con facilidades para el control y la monitorización de la ejecución de las instancias de los procesos, para su optimización, y permitir la integración con el resto de sistemas de la organización.

Para conseguir estos propósitos, empezaron a desarrollarse sistemas que manejaban múltiples aplicaciones de flujo de trabajo y su integración con diferentes sistemas software, combinando técnicas de *Integración de Aplicaciones Empresariales (EAI)* [Fowler et al. 2002] con interfaces y tecnologías de monitorización en un solo sistema software, dando paso a la fundación de los sistemas BPM o *Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS)*.

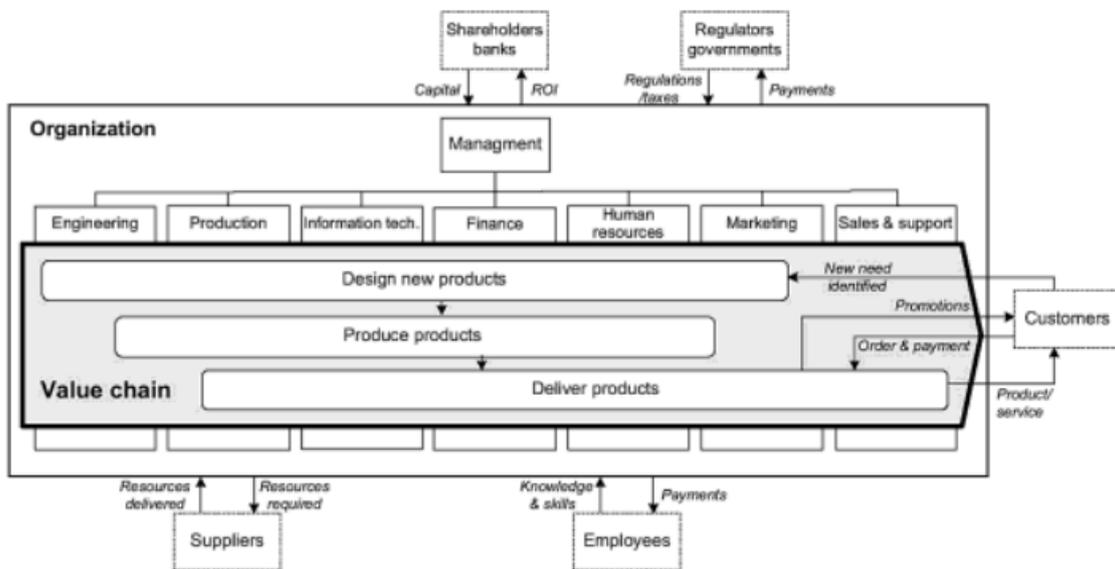


Figura 5. Cadena de valor de un proceso de negocio [Harmon 2014]

Los BPMS surgen como evolución de los WfMS en la primera década del siglo XXI, cubriendo y completando las carencias que estos presentan respecto a la cobertura que dan a las necesidades para implementar BPM en toda su extensión, para conseguir un alineamiento completo con los conceptos planteados por esta disciplina de gestión.

Fundamentalmente, la diferenciación entre los WfMS y los BPMS radica en las fases de ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio que cubren cada uno de ellos, donde los WfMS presentan muy poco o ningún soporte a las fases de administración, monitorización, definición y diseño, así como a las actividades de simulación, verificación y validación de los procesos de negocio [Chen 2012].

Se puede definir un sistema de gestión de procesos de negocio como un sistema software genérico que es dirigido por representaciones explícitas de procesos, es decir, dirigido por modelos, para coordinar la implantación de procesos de negocio [Weske 2012]. BPMS es una clase de software que permite a las organizaciones diseñar soluciones de tecnologías de la información centradas en los procesos, lo que significa que son capaces de integrar personas, sistemas, datos y otros recursos empresariales.

Los sistemas de gestión de procesos de negocio pueden ser considerados como suites software, es decir, están formadas por un conjunto integrado de composición de tecnologías que trabajan juntas de forma coordinada para proporcionar una solución software de gestión de procesos de negocio [Chang 2006] [Gartner 2007] [Harmon 2008].

En estos últimos años ha surgido el concepto de *Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio Inteligentes (iBPMS)* como respuesta a la necesidad de proporcionar una nueva cobertura tecnológica que de soporte a las *Operaciones de Negocio Inteligentes (IBO)* [Gartner 2012a], soportadas por procesos de negocio inteligentes, aprovechando los últimos avances tecnológicos, para alcanzar un grado de respuesta operativa que no es posible con los BPMS actuales.

IBO es un estilo emergente de comportamiento empresarial que amplía las analíticas incorporadas en los procesos de negocio para soportar mejor la toma de decisiones en tiempo real y mejorar el conocimiento con la colaboración de los trabajadores, de los medios sociales y de los medios móviles [Sinur, Schulte 2013]. Es un estilo de trabajo en el que las tecnologías de análisis en tiempo real y gestión de decisiones se integran en las actividades operacionales de las transacciones que se ejecutan un proceso de negocio, en contraste con los enfoques anteriores que separaban el trabajo analítico del transaccional [Gartner 2012a]. Los procesos basados en IBO son “inteligentes” sobre el contexto en el que se ejecutan, que está influenciado por eventos externos al proceso.

Un sistema BPM inteligente proporciona la funcionalidad necesaria para soportar operaciones de negocio más inteligentes, incluyendo tecnologías de análisis de Big Data en tiempo real, de Procesamiento de Eventos Complejos (CEP) y de Monitorización de las Actividades de Negocio (BAM), así como capacidades móviles, sociales y colaborativas mejoradas [Palmer 2013] en la orquestación de los procesos, dando una visión exacta de la situación de los procesos a los participantes en tiempo real y la capacidad de adaptar sus respuestas más rápidamente a las nuevas oportunidades y amenazas del negocio [Sinur et al. 2013].

Aunque el concepto no es nuevo [Le Clair, Moore 2009], otra característica que incluyen estas herramientas es la Gestión Dinámica de Casos (DCM). DCM gestiona las interacciones entre los participantes del negocio, tanto internos como externos a la organización, que no pueden describirse como una secuencia repetible de actividades y decisiones, que se extienden durante

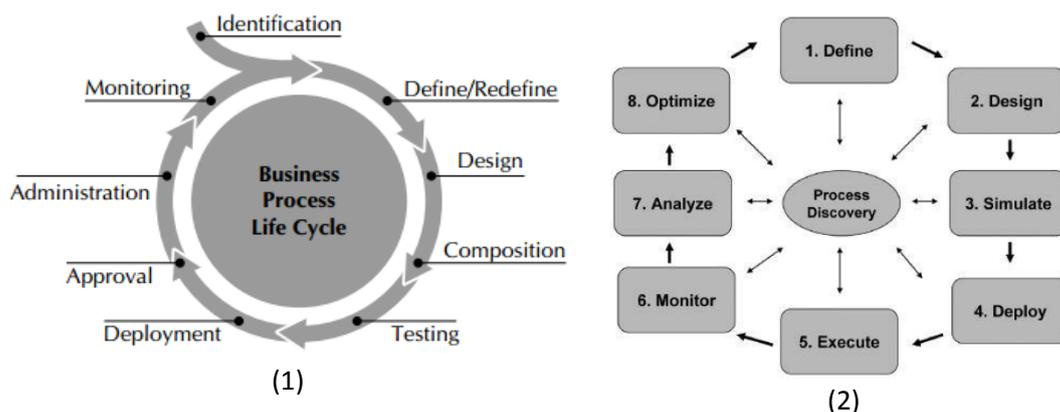
largos periodos de tiempo, y las acciones llevadas a cabo por los participantes pueden variar dependiendo de factores internos y externos [Cummins 2010] [Weske 2012].

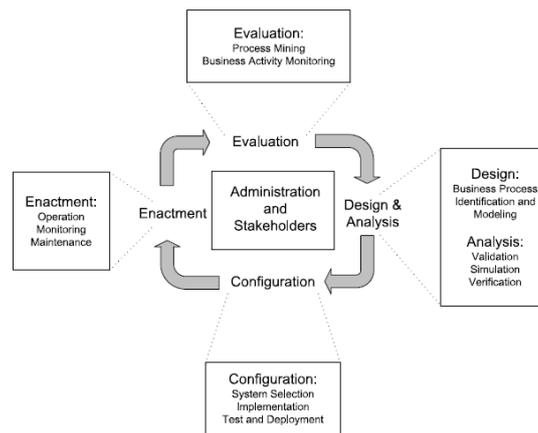
2.1. Ciclo de vida de los procesos de negocio

La mayoría de las metodologías de ingeniería siguen secuencias similares de actividades, que abarcan el análisis, diseño, implementación y despliegue. En los métodos de ingeniería de software moderno, estas actividades se aplican de forma iterativa realizando cambios incrementales. El ciclo de vida de la gestión de un proceso de negocio ejecutable es similar a las metodologías de desarrollo de software tradicionales, pero con un énfasis particular en la supervisión y el análisis, que dirige los ciclos iterativos (incrementales) de mejora continua [Smith, Fingar 2006].

Las fases del ciclo de vida de BPM están relacionadas entre sí, organizadas en una estructura cíclica que muestra sus dependencias lógicas. Estas dependencias no implican un orden temporal estricto en el que las fases son ejecutadas. Muchas actividades de análisis y diseño/rediseño se llevan a cabo en cada una de estas fases [Smith, Fingar 2006] [Weske 2012], y son comunes actividades concurrentes en varias fases para los enfoques incrementales y evolutivos.

La clasificación, denominación o actividades que se llevan a cabo en cada una de estas fases del ciclo de vida de BPM varía en función de los autores que las definen, hecho que se puede observar en la Figura 6. Aunque parece existir un consenso en el que todos los autores coinciden en la definición de un conjunto de las actividades fundamentales que se deben ejecutar a lo largo del ciclo de vida de los procesos de negocio.





(3)

Figura 6. Ciclos de vida de BPM (1) [Smith, Fingar 2006], (2) [Panagacos 2012] y (3) [Weske 2012]

A grandes rasgos, el ciclo de vida comienza con la identificación de los procesos de negocio, que se hacen explícitos mediante su modelado, donde se definen con precisión. El modelo producido debe ser analizado y mejorado si es necesario. Además, se deben identificar y definir los objetivos estratégicos de la organización, aunque algunos autores consideran que esta fase está fuera del ciclo de vida de los procesos de negocio, pero sin la identificación resulta más complicado el alineamiento de los procesos de negocio con los objetivos organizacionales [Hitpass 2014].

Después, el modelo puede ser implementado con o sin el soporte de TI, o incluso puede ser externalizado. Cuando el proceso de negocio se implementa sin el soporte de TI, se crean nuevas políticas y modelos de trabajo que los empleados tienen que cumplir. Cuando el proceso de negocio se implementa con el soporte de TI, el modelo del proceso de negocio debe hacerse ejecutable. Debe existir un entorno de ejecución diseñado para soportarlo. Este entorno está formado, entre otros componentes, por un motor de ejecución de procesos de negocio, que es capaz de ejecutar los modelos de los procesos ejecutables y controlar la interacción con los recursos de la organización. Entonces, los empleados pueden interactuar con el proceso en ejecución, y los administradores pueden monitorizar y controlar la ejecución de los mismos.

Los procesos en ejecución o ya ejecutados pueden ser analizados para encontrar mejoras que se les puedan aplicar, creando así un bucle de mejora continua, y permitiendo el alineamiento de los procesos de negocio con los objetivos estratégicos de la organización.

El ciclo de vida debe soportar fuertemente la interacción colaborativa de todos los interesados para aportar beneficios y superar las deficiencias de las metodologías BPM tradicionales, mediante la adopción de tecnologías sociales dentro de la organización [Mathiesen et al. 2012].

Para definir las actividades que se llevan a cabo durante el ciclo de vida de los procesos de negocio proponemos las siguientes fases del ciclo de vida de BPM, que se describen a continuación.

2.1.1. Identificación

En esta fase se realizan fundamentalmente dos actividades paralelas, consistentes en el análisis de la estrategia de la organización y de los procesos de negocio de alto nivel.

Por una parte se realiza la identificación de los objetivos estratégicos de la organización, que deben ser definidos y documentados, donde se incluyen también a las personas interesadas en el proceso de negocio, los objetivos del proceso, los factores críticos de éxito, los requerimientos, las métricas de rendimiento, etc. [Ballard et al. 2006] [Mathiesen et al. 2012].

En una fase posterior, estos objetivos y los procesos de negocio de alto nivel forman la base de los objetivos que debe alcanzar procesos de negocio individuales, y definen los *Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)* que miden si se alcanzan estos objetivos [Dumas et al. 2013]. Esto asegura que los procesos de negocio están alineados con los objetivos de la organización y que la organización puede tener éxito.

Por otra parte se realiza descubrimiento de los procesos de negocio de alto nivel y sus dependencias [Weske 2012], mediante la observación de los patrones de trabajo y de las aplicaciones de la organización. Tradicionalmente los procesos de negocio están implícitos dentro de los sistemas software verticales que los soportan [Koster 2009] [Chen 2012] y el conocimiento de los propios empleados de la organización. Estos procesos de negocio son representados, generalmente en notación gráfica, mediante modelos semiformales para hacerlos explícitos.

Los objetivos de la organización se pueden capturar mediante el uso de, por ejemplo, un cuadro de mando integral, y los procesos de negocio de alto nivel se pueden mostrar mediante un diagrama de cadena de valor agregado [Koster 2009].

Las salidas que se producen en esta fase del ciclo de vida comprenden desde un *Enterprise Process Model (EPM)*, que es una representación gráfica de los procesos de la empresa (procesos principales, habilitantes, y de gobierno), mostrando sus interconexiones y las entradas y salidas [Hammer 2010], pasando por los modelos de cadena de valor añadido [Koster 2009], hasta la *Arquitectura de Procesos*, también conocida como jerarquía de procesos, que es un inventario de los procesos de negocio de alto nivel identificados, y sus relaciones con otros procesos de negocio, prioridades, personas interesadas, métricas, etc., representando diferentes tipos de relaciones [Smith, Fingar 2006] [Dumas et al. 2013]. Otro modelo que puede ser tenido en cuenta para la representación de las decisiones de gobierno y la conexión entre el gobierno y las operaciones [Hall 2010a] es el *Business Motivation Model (BMM)*, que proporciona un esquema o estructura para desarrollar, comunicar y gestionar planes de negocio de manera organizada, independientemente de la metodología aplicada [OMG 2015b].

En este sentido, no existe todavía ninguna notación o arquitectura estándar para la representación de los procesos o cuántos niveles de detalle son apropiados [Hammer 2010].

2.1.2. Definición

En esta fase se analiza detalladamente el proceso de negocio para describirlo mediante una notación gráfica, a través de técnicas de modelado. Los modelos de alto nivel descritos en la fase anterior se hacen explícitos mediante un lenguaje de modelado formal, como por ejemplo BPMN [OMG 2009] [OMG 2013]. El objetivo principal de BPMN es proporcionar una notación que sea fácilmente comprensible por todos los usuarios de la organización, partiendo de los analistas de negocio que crean el proyecto inicial de los procesos, a los desarrolladores técnicos responsables de la implementación de la tecnología que va a soportar el desempeño de los procesos, y, por último, a las personas del negocio que gestionar y supervisar los procesos [Aagesen et al. 2010]. Estos modelos ayudan a las partes interesadas a comunicarse de manera más eficiente sobre los procesos, permitiendo afinarlos y mejorarlos.

En esta fase también se debe realizar un análisis en profundidad, así como el modelado de las tareas que son parte de segmentos predefinidos dentro de un caso, para permitir la Gestión Dinámica (o Adaptativa) de Casos (DCM o ACM) [Cummins 2010]. Estos casos pueden ser definidos mediante un lenguaje de modelado formal como *Case Management Model and Notation (CMMN)* [OMG 2014].

Estos modelos de procesos integran varios dominios de modelado, como el modelado de funciones, de datos, de organización, de recursos, de reglas de negocio, KPIs, y el modelado de integración con los sistemas información [Lind, Seigerroth 2010], que será definido en la siguiente fase del ciclo de vida. Si bien estos subdominios son los más importantes, subdominios adicionales se pueden definir si son relevantes [Weske 2012] [Ballard et al. 2006]. Los modelos de procesos deben proporcionar una imagen completa de los proceso de negocio.

En esta fase se produce la primera iteración de mejoras, aplicando técnicas de validación, simulación y verificación [Smith, Fingar 2006]. Con las técnicas de simulación se comprueba la validez, ya que ciertas secuencias de ejecución no deseadas pueden ser simuladas para detectar deficiencias en el modelo del proceso. Estas técnicas también ayudan a los interesados a comprobar si el proceso expone el comportamiento deseado [van der Aalst et al. 2010] [Weske 2012].

En iteraciones posteriores de refinamiento y optimización se puede utilizar la información analítica proporcionada por la fase de seguimiento y monitorización de los procesos previamente desplegados, entrando así en el ciclo de mejora continua de los procesos de negocio.

2.1.3. Diseño

Una vez que el modelo de proceso de negocio está definido y verificado, el proceso de negocio debe ser implementado. La implementación puede realizarse de diferentes maneras. Se puede implementar un conjunto de políticas y procedimientos que los empleados deben cumplir, en cuyo caso, el proceso de negocio se puede realizar sin ningún tipo de soporte por parte de un sistema dedicado de gestión de procesos de negocio.

En el caso en que se utilice un sistema software para realizar el proceso de negocio, se debe incluir en el modelo de proceso de negocio la información técnica que facilita el despliegue y ejecución del mismo en el sistema de gestión de procesos de negocio. Se realiza una actividad técnica en la que se determina la viabilidad de la implementación del modelo de proceso como un proceso ejecutable [Smith, Fingar 2006].

El modelo debe configurarse de acuerdo con el entorno de la organización y con el resto de procesos de negocio que deban ejecutarse y controlarse. Esta configuración incluye las interacciones de los empleados con el sistema, es decir, las interfaces de usuario, integración con motores de reglas de negocio [Jeston, Nelis 2006], así como la integración de los sistemas software existentes con el sistema de gestión de procesos de negocio, el manejo de excepciones y los aspectos transaccionales [Ballard et al. 2006] [Koster 2009] [Weske 2012].

Una vez que el proceso de negocio se ha implementado añadiendo la configuración técnica necesaria para su ejecución, esta implementación tiene que ser probada. Técnicas de pruebas que tradicionalmente se utilizan en la ingeniería del software también se utilizan en el contexto de las actividades del proyecto, para comprobar, por ejemplo, si el proceso expone a través del sistema software el comportamiento esperado. A nivel de procesos, las pruebas de integración y rendimiento son importantes para detectar posibles problemas de tiempo de ejecución.

2.1.4. Despliegue

Es esta fase, el modelo de proceso de negocio ejecutable se despliega en la infraestructura técnica de la organización, que se encarga de extenderlos y ponerlos a disposición de los usuarios correspondientes. Las aplicaciones, recursos y servicios se asignan y los modelos de los procesos de negocio ejecutables se envían al motor de ejecución de procesos de negocio. Es importante que esta tarea cause el mínimo de interrupciones al resto de procesos en ejecución.

Los procesos de negocio pueden ser desplegados en entornos de ejecución distribuidos, en los que el proceso de negocio se ejecuta en múltiples motores de ejecución de procesos de negocio, o bien en entornos en los que el motor de ejecución de procesos de negocio se ejecuta en varios sistemas distribuidos, como por ejemplo, un clúster de servidores.

Adicionalmente, se informa a todos los participantes que se vean afectados directamente el proceso de que este está disponible en el entorno de ejecución de BPM [Panagacos 2012].

2.1.5. Ejecución

En esta fase, cada vez que se ejecutan los modelos de procesos de negocio ejecutables se crean instancias de los procesos de negocio (casos) para cumplir con los objetivos de la organización. Normalmente, la iniciación de una instancia de proceso de negocio se produce por la activación de un evento predefinido [Chang 2006] [Weske 2012].

En esta fase se controla activamente la ejecución de las instancias de los procesos, atendiendo a una orquestación concreta, lo que garantiza que las actividades de los procesos se ejecutan de acuerdo a las características de ejecución especificadas en el modelo del proceso de negocio [Ballard et al. 2006] [Weske 2012]. Se asegura que no se pierdan datos y que las actividades de las instancias de los procesos son ejecutadas por el usuario, aplicación o servicio correcto.

Cuando la ejecución de las instancias de procesos genera un fallo, debe ser resuelto automáticamente en esta fase. Sin embargo, a veces es necesaria la intervención humana para manejar una excepción. Esto se realiza en la fase de Administración.

Tanto para el caso de manejo manual de excepciones como para la realización de las actividades humanas, los usuarios interactúan con el sistema de gestión de procesos de negocio, que es capaz de ejecutar y mostrar las interfaces de usuario implementadas en la fase de diseño. Para ello, en primer lugar el usuario debe ser informado.

Para las actividades automáticas, el sistema es capaz de integrarse con otros sistemas software de la organización para adquirir o proporcionar información durante la ejecución de las instancias de los procesos de negocio.

Durante la ejecución de los procesos de negocio, mediante técnicas de monitorización se recolectan multitud de datos sobre los eventos ocurridos durante la ejecución, que se almacenan en algún tipo de registro. Estos registros consisten en conjuntos ordenados de entradas que representan los eventos tales como el usuario iniciador del proceso, el inicio y finalización de una actividad, el usuario que ejecuta una actividad, etc.

El motor de ejecución de procesos se encarga también del cálculo de los KPI definidos en los modelos de procesos, por lo que esta fase tiene que asegurar que se realiza de manera eficiente.

Toda la información registrada en esta fase es la base para el análisis que permite mejorar los procesos mediante su optimización en la fase de Definición y/o Diseño.

2.1.6. Administración

El objetivo básico de la administración es asegurar que los procesos de negocio desplegados están funcionando tal y como fueron definidos y diseñados durante las fases correspondientes y que todos los pasos de control de procesos están funcionando [Scheer et al. 2010].

En esta fase se realiza la gestión operativa relacionada con TI y con OA&M (*Operation, Administration and Management*), pero se requiere el conocimiento del negocio [van der Aalst, van Hee 2002] [Smith, Fingar 2006], por lo que no se debe confundir con la gestión de la información del sistema, como por ejemplo, la utilización de recursos del servidor. Se trata de información relacionada con la ejecución de los procesos de negocio, que normalmente es presentada a los usuarios del negocio mediante cuadros de mando [Oracle 2010].

Esta fase está estrechamente relacionada con la fase de monitorización, donde el principal objetivo relacionado con la administración es supervisar la salud de los procesos de negocio y responder a las alertas y las condiciones de excepción producidas durante la ejecución de estos

procesos. Suelen ser excepciones no controladas en el flujo del proceso debido a escenarios particulares tales como fallos en la definición o diseño, o debido a circunstancias complejas que se deban manejar mediante la intervención humana. Otro tipo de excepciones y errores del sistema deben ser separados de las excepciones de negocio, y deben ser gestionados por los administradores de TI.

Los procesos de negocio pueden ser gestionados mejor en tiempo de ejecución si la monitorización presenta una respuesta eficaz para alertar sobre las condiciones. Esto permite a los usuarios de negocio detectar proactivamente las excepciones e iniciar los procedimientos para resolverlas [Gartner 2012a]. También ayuda a los administradores a identificar errores comunes, como patrones erróneos recurrentes.

Otro objetivo de la fase de Administración es el de permitir que el sistema cambie dinámicamente el comportamiento de una instancia de proceso de negocio, proporcionando una respuesta automática en circunstancias predefinidas. Estas respuestas requieren que el sistema modifique la ejecución de una instancia de proceso, basándose en análisis de alto nivel en tiempo real de la información obtenida mediante *Business Activity Monitoring (BAM)* y/o *Complex Event Processing (CEP)*, combinado con *Business Intelligence (BI)* [Oracle 2010] [Gartner 2012a].

La modificación del flujo del proceso en tiempo de ejecución proporciona una mayor agilidad en el proceso de negocio, ya que permite a los usuarios de negocio cambiar dinámicamente el comportamiento del proceso sin tener que volver a desplegarlo. Se utilizan las reglas de negocio para desacoplar las decisiones del flujo del proceso [Palmer 2013].

Un concepto importante referente a la modificación del flujo del proceso en tiempo de ejecución aparecido en los últimos años es el de la Gestión Dinámica de Casos (DCM), que trata sobre las capacidades de gestión de procesos de negocio dinámicamente, con gran componente colaborativo, con conocimiento intensivo [van der Aalst et al. 2005], impulsados por evento externos [Le Clair, Moore 2009], no estructurados que necesitan cierta funcionalidad ad-hoc para solventar eventos impredecibles, que no pueden llevarse a cabo con definiciones rigurosas de los procesos [Weske 2012]. En estos casos, los procesos de negocio pueden ser compuestos en tiempo de ejecución basándose en el contexto, los eventos, las situaciones, el conocimiento y razonamiento y la experiencia [OMG 2014].

En esta fase también se deben gestionar y organizar los recursos de la organización relacionados con los procesos de negocio, así como su asignación. Un recurso se caracteriza por ser capaz de llevar a cabo tareas específicas [van der Aalst, van Hee 2002]. Estos recursos empresariales incluyen a personas, sistemas software y hardware, documentos, artefactos, etc. Esta gestión permite cambiar dinámicamente y en tiempo de ejecución los recursos asignados a los procesos de negocio [Weske 2012].

2.1.7. Monitorización

Esta fase se realiza desde una perspectiva técnica o desde una perspectiva de negocio. La primera es necesaria para identificar y resolver las causas técnicas de las operaciones anómalas

de los procesos de negocio. La segunda se refiere a los procesos de negocio en sí mismos y los problemas que ocurren cuando se ejecutan, y se puede hacer de forma activa o pasiva.

La monitorización desde la perspectiva técnica se refiere a los fallos producidos en los sistemas que soportan la arquitectura empresarial y de procesos de negocio, como problemas con la red, conexiones, fallos en servidores, bases de datos, datos inaccesibles, tiempos de respuesta o carga del sistema. La monitorización técnica en BPM no difiere mucho de la monitorización de sistemas complejos de aplicación.

Desde la perspectiva de negocio, esta fase juega un papel crucial en el ciclo de vida de los procesos de negocio, ya que con la información que proporciona se impulsa el análisis necesario como parte de la siguiente iteración del ciclo de mejora de los procesos de negocio [Smith, Fingar 2006].

En la monitorización desde la perspectiva de negocio, los procesos en ejecución se miden para proporcionar información precisa sobre el estado de las instancias de los procesos de negocio y ayudar en la toma de decisiones basada en los KPI definidos en ellos, lo que permite enfocarse en los objetivos definidos en la estrategia de la organización, ayudando a medir la agilidad, efectividad y eficacia, permitiendo la mejora continua de los procesos [Kirchmer 2010] [Weske 2012]. En esta fase se pueden implementar metodologías de mejora del rendimiento tales como Six Sigma, Lean, o combinaciones de estos enfoques para proporcionar información detallada sobre la ejecución de los procesos que ayudan en la toma de decisiones [Ouyang et al. 2010].

Por una parte, la monitorización activa se realiza mediante técnicas BAM, que proporcionan monitorización en tiempo real de los indicadores críticos de rendimiento empresarial de las instancias de los procesos de negocio [DeFee, Harmon 2004] [Cummins 2009] [Mühlen, Shapiro 2010], aplicando técnicas de procesamiento de eventos complejos. CEP es un conjunto de teorías y tecnologías que permiten procesar los flujos de eventos de diferentes fuentes en tiempo real, para correlacionarlos con los demás y lograr eventos de alto nivel y una derivación de ellos [Palmer 2013].

Por otra parte, la monitorización pasiva se realiza mediante la minería de procesos, que es una disciplina que se encuentra por una parte entre el aprendizaje automático y la minería de datos, y el modelado y análisis de procesos por otra parte. Las técnicas de minería de procesos consisten en la extracción de conocimiento a partir de los registros de eventos disponibles en los sistemas. La minería de procesos establece enlaces entre los procesos y sus datos y los modelos de procesos [van der Aalst 2011].

La minería de procesos puede ser considerada como otra colección de técnicas de Inteligencia de Negocio (BI), que se centra en la consulta y presentación de informes combinados con técnicas de visualización simples que muestran cuadros de mando y de resultados, utilizando técnicas de minería de datos o mediante *Online Analytical Processing (OLAP)* [Ballard et al. 2006].

Las técnicas de BI ayudan a realizar el análisis necesario para detectar fallos, desviaciones o ineficiencias en los procesos ejecutados, que permite mejorarlos en las fases de Definición y Diseño, iterando sobre el ciclo de mejora continua de los procesos de negocio.

2.2. Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio

La evolución de las arquitecturas software empresarial, Figura 7, y del nivel de gestión de los procesos de negocio a nivel organizacional, acompañado por el surgimiento del concepto de *Re-Ingeniería de Procesos de Negocio (BPR)*, proporciono en la década de los 90, la aparición de los *Sistemas de Gestión de Flujo de Trabajo (WfMS)* [Reijers 2003], que evolucionaron hacia los *Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio (BPMS)* añadiendo diversas características a los sistemas anteriores [Chang 2006].

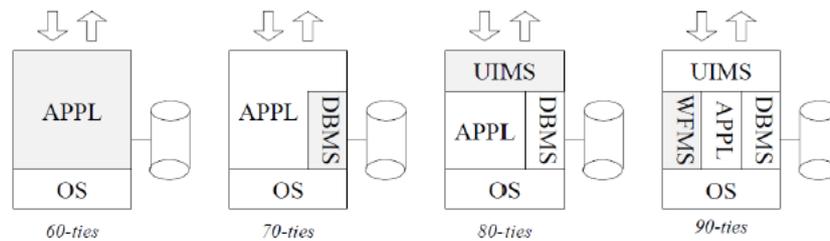


Figura 7. Evolución de las arquitecturas software empresariales [Chen 2012]

2.2.1. Workflow Managements Systems

Un WfMS es un sistema software que define, crea y gestiona la ejecución de los flujos de trabajo mediante el uso del software, ejecutándose en uno o más motores de flujo de trabajo, que es capaz de interpretar las definiciones de los procesos, interactuar con los participantes del flujo de trabajo y cuando de requiera, invocar la utilización de herramientas de TI y aplicaciones [WfMC 1995] [van der Aalst 2002].

Por lo tanto, un WfMS proporciona la automatización de los procedimientos de un proceso de negocio, gestiona la secuencia de actividades de trabajo y la invocación de los recursos humanos y/o de TI adecuados asociados con los diversos pasos de la actividad [Weske 2012].

Las características básicas de un WfMS y las relaciones entre éstos y sus principales funciones se muestran en la Figura 8.

Las funciones en tiempo de construcción (*Build Time*) son las que dan lugar a una definición informatizada de un proceso de negocio. Es esta fase, un proceso de negocio se plasma en una definición formal procesable por un sistema software mediante una o más técnicas de análisis, modelado y diseño, es decir, se crea la definición o el modelo de proceso ejecutable de un proceso de negocio. Estas funciones corresponden con las fases de Definición y Diseño del ciclo de vida de los procesos de negocio definidas en la sección anterior.

En tiempo de ejecución (*Run Time*), el modelo de proceso ejecutable es interpretado por el sistema software que se encarga de crear y controlar las instancias operativas del modelo, la planificación de los diversos pasos de las actividades dentro del proceso y la invocación de los recursos humanos y/o de TI apropiados. Las interacciones humanas a menudo se realizan en

conjunción con alguna herramienta de TI particular, como la introducción de datos en un formulario, o con operaciones de procesamiento de información que requieren una aplicación software en particular para operar sobre alguna información definida, como la actualización de un registro en una base de datos.

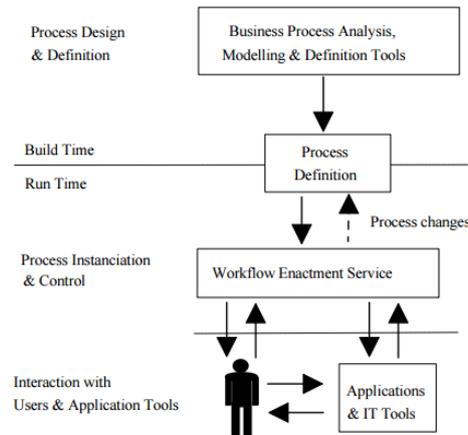


Figura 8. Características básicas de los WfMS [WfMC 1995]

La interacción con el software de control de los procesos es necesario para transferir el control entre las actividades, para determinar el estado operacional de los procesos, o para invocar aplicaciones software y pasar los datos adecuados, por ejemplo.

En [WfMC 1995], la *Workflow Management Coalition (WfMC)*, organización internacional fundada en 1993, cuya misión es promover la gestión de flujos de trabajo y establecer estándares para los WfMS, define un modelo general de aplicación de sistemas de flujo de trabajo. Este modelo de implementación, mostrado en la Figura 9, identifica los principales componentes funcionales dentro de un sistema de gestión de flujo de trabajo y las interfaces entre estos componentes como un modelo abstracto.

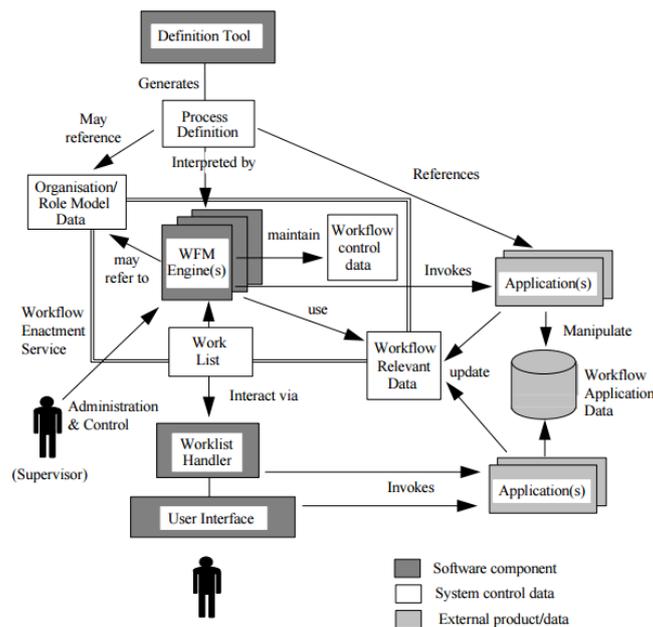


Figura 9. Estructura genérica para productos de flujo de trabajo [WfMC 1995]

Es este modelo se identifican tres tipos de componentes:

- Componentes software que proporcionan soporte para varias funciones dentro del sistema.
- Varios tipos de datos de definición de sistema y control que son utilizados por uno o varios componentes software.
- Aplicaciones y bases de datos, que no son parte del producto de flujo de trabajo pero que pueden ser invocados por éste como parte del sistema.

Mediante la identificación de las interfaces de la estructura genérica para productos de gestión de flujos de trabajo anterior, que permiten a los productos interactuar a distintos niveles, la WfMC define su Modelo de Referencia. Este modelo presenta una arquitectura genérica para los sistemas de gestión de flujo de trabajo, en el que se identifican sus características, terminología y componentes, lo que permite a las especificaciones individuales ser desarrolladas en el contexto de un modelo global para los sistemas de flujo de trabajo, Este modelo de referencia, mostrado en la Figura 10, permite acomodar la variedad de técnicas y entornos operacionales que caracterizan a este tipo de sistemas.

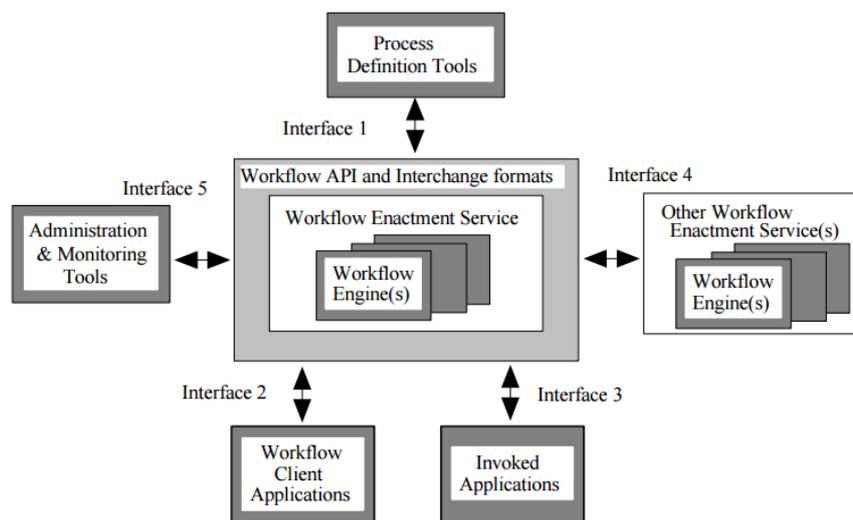


Figura 10. Modelo de Referencia de la WfMC [WfMC 1995]

Los principales componentes e interfaces del modelo de referencia de la Figura 10 se describen a continuación:

- *Workflow Engine*. Es un servicio software que proporciona el entorno de ejecución para las instancias de los flujos de trabajo.
- *Workflow Enactment Service*. Consiste en uno o varios motores de flujo de trabajo, y es responsable de crear, gestionar y ejecutar las instancias de los flujos de trabajo. Los motores de flujo de trabajo pueden ser desplegados de forma centralizada o distribuida.
- *Process Definition Tools*. Sirven para analizar, modelar, describir y documentar un proceso de negocio. Estas herramientas pueden soportar varios lenguajes de modelado de flujos de trabajo, tales como Redes Petri y BPEL. El resultado final de estas herramientas es una definición de proceso que puede ser interpretada en tiempo de ejecución por el motor de flujo de trabajo dentro del servicio de promulgación.

- *Workflow Client Applications*. También referidos como controladores de listas de trabajo, son aplicaciones software que interactúan con los usuarios finales en las actividades que requieren la participación de recursos humanos.
- *Invoked Applications*. Aplicaciones, programas o servicios que deberían ser llamados e invocados en los flujos de trabajo. La aplicación invocada puede ser local al motor de flujos, residente en la misma plataforma, o encontrarse en una plataforma independiente accesible desde la red. Por ejemplo, los servicios web que son invocados en el proceso BPEL son aplicaciones invocadas.
- *Administration and Monitoring Tools*. Se crean para la gestión y el control más allá de los motores de flujo de trabajo. Estas herramientas se utilizan para registrar el progreso de las instancias de los flujos de trabajo y detectar cuellos de botella y otros problemas en la ejecución de éstos.
- *Interface 1*. Es responsable del intercambio de definiciones de flujos de trabajo entre herramientas de definición de procesos y motores de flujos de trabajo. Se requiere un formato de intercambio universal para la definición de los procesos.
- *Interface 2*. Desarrollada para facilitar la integración de las aplicaciones de flujo de trabajo de cliente con diferentes motores de ejecución.
- *Interface 3*. Se encarga de la interacción entre las aplicaciones invocadas y los motores de flujos de trabajo. Se implementa de acuerdo a los mecanismos de acceso de las aplicaciones invocadas.
- *Interface 4*. Soporta modelos de interoperabilidad de flujo de trabajo u los estándares correspondientes para el funcionamiento entre múltiples servicios de promulgación de flujos de trabajo.

2.2.2. Business Process Management Systems

La Gestión de Procesos de Negocio (BPM) ha sido considerada como el próximo paso en la evolución de la Gestión de Flujos de Trabajo (WfM) [Harmon 2010] [Chen 2012]. Fundamentalmente, las diferencias entre estos dos conceptos se pueden identificar considerando el ciclo de vida de BPM.

Mientras que WfM se centra en la fase de promulgación, es decir, en la utilización del software para soportar la ejecución de procesos operacionales, BPM ofrece capacidades más sofisticadas tanto en tiempo de construcción como en tiempo de ejecución. Como se puede observar en la Figura 11, los WfMS ofrecen escaso soporte para la diagnosis de los procesos de negocio, es decir, para las fases del ciclo de vida de Definición, Diseño, Administración y Monitorización. En cambio, los BPMS añaden integración robusta de aplicaciones, desarrollo de aplicaciones, analítica de procesos y capacidades de modelado y simulación más ricas que los WfMS [Chang 2006] [Moya, Hitpass 2012].

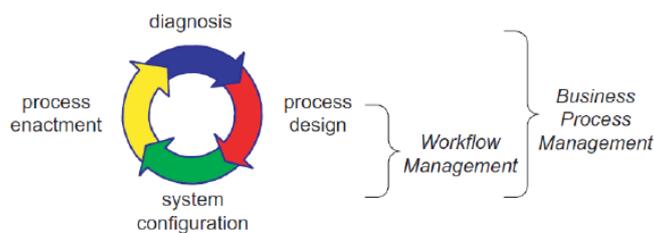


Figura 11. Ciclo de vida de BPM para comparar WfM y BPM [Chen 2012]

Los BPMS cuentan con herramientas de *Integración de Aplicaciones Empresariales (EAI)*, que ofrecen amplias capacidades de integración mediante diversos mecanismos, superando las limitaciones de integración que presentan las interfaces 2 y 3 del Modelo de Referencia de la WfMC.

En cuanto a las capacidades de diseño y análisis, los BPMS cuentan con componentes de simulación, de BAM y BI, que permiten la mejora continua de los procesos. Aunque los WfMS cuentan con registros de auditoría, no proporcionan los medios para analizar estos datos.

Además, los BPMS son más flexibles al reaccionar a los cambios organizacionales y de los procesos. Estos sistemas se conciben como plataformas para el desarrollo y ejecución de soluciones de procesos, en contraposición a los WfMS, que se conciben como aplicaciones para conectar los pasos necesarios para realizar un flujo de trabajo [Weske 2012]. Los BPMS constituyen una capa de proceso robusta e independiente dentro de la arquitectura de sistemas empresarial, que abstrae los procesos de negocio de las aplicaciones de negocio [Chang 2006].

En el caso de los sistemas de gestión de procesos de negocio no existe un modelo de referencia estándar que defina claramente los componentes e interfaces que deben tener este tipo de suites software. Esto podría deberse a que estos sistemas han evolucionado desde otras categorías de productos, tales como herramientas de ETL, de EAI o WfMS [Cummins 2009] [Forrester 2010], lo que ha dado lugar a diferentes tipos de productos, como son los productos de integración centrados de datos, centrados en aplicaciones o centrados en procesos respectivamente [Chang 2006]. Otros productos de BPM han sido desarrollados desde cero bajo la perspectiva de BPM, es decir, no han evolucionado desde los WfMS. Dentro de este último tipo se clasifican las suites BPMS.

A pesar no existir un estándar, los proveedores de BPMS parecen converger en cuanto a las funcionalidades básicas que deben abarcar este tipo de sistemas, tal y como se puede observar en la Figura 12, mediante la identificación de los grupos funcionales de las herramientas existentes [Harmon 2008].

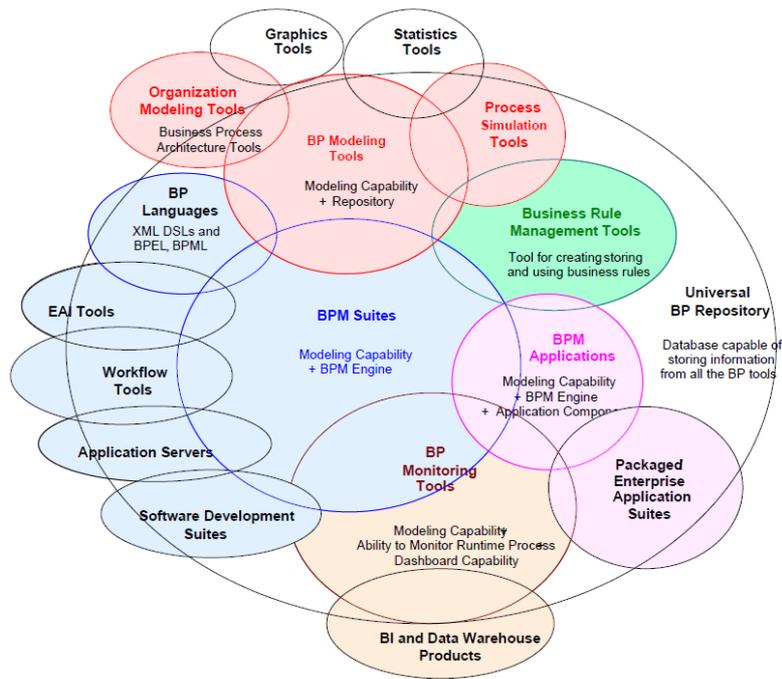


Figura 12. Visión general de la variedad de productos utilizados en BPM [Harmon 2008]

Mediante la identificación de estas tecnologías y las funcionalidades que ofrecen, algunos autores han definidos las principales características funcionales que deben presentar las suites de gestión de procesos de negocio, presentando unos modelos genéricos de arquitecturas para los BPMS. Un ejemplo de uno de estos modelos de arquitectura es el mostrado la Figura 13.

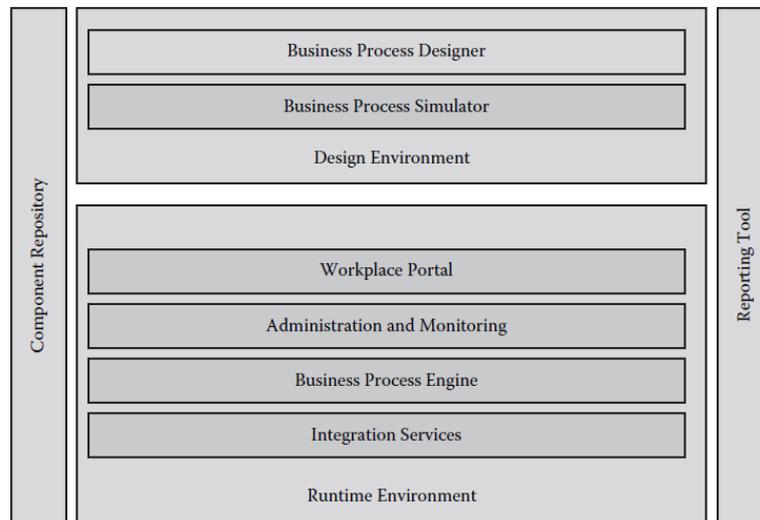


Figura 13. Arquitectura de producto de integración centrado en procesos [Chang 2006]

Para describir los componentes de un BPMS nos basaremos en la arquitectura funcional definida por Gartner, mostrados en la Figura 14, identificados mediante los análisis que elaboran periódicamente sobre el mercado de estos productos, ya que resulta más completa.

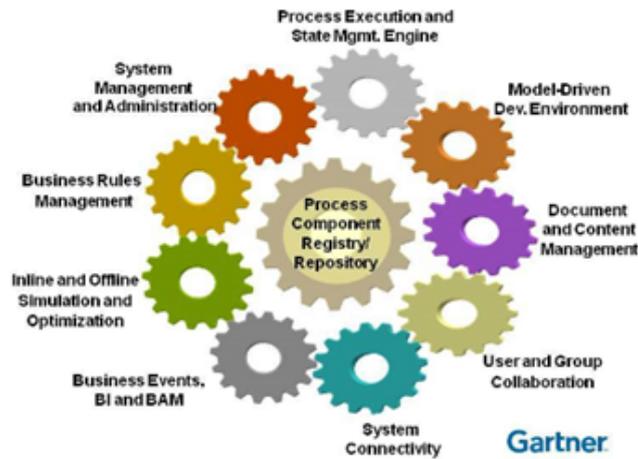


Figura 14. Principales componentes de un BPMS

Gartner define cada uno de los módulos funcionales que componen un producto BPMS como sigue [Gartner 2007], que abarcan las tecnologías las mismas tecnologías mostradas en la Figura 12:

- *Process Execution and State Management Engine*: Coordina la secuencia de múltiples patrones de interacción de procesos y mantiene el estado de las instancias de los procesos, actividades y pasos entre los humanos y los sistemas, basándose en el flujo de los metadatos y los procesos modelados.
- *Model-Driven Design/Development Environment*: Entorno de modelado de tipo arrastrar y soltar, que incluye asistentes de proceso, plantillas y herramientas de desarrollo WYSISWYG para modelar e implementar todos los artefactos de un proceso, incluyendo el diseño del proceso, de la interacción humana, interacción de reglas, la interfaz de usuario, la interacción con otros sistemas y los formularios electrónicos.
- *Document and Content Management*: Tecnologías de gestión de documentos y registros, es decir, tecnologías de *Gestión de Contenido Empresarial (ECM)*, capaces de almacenar, archivar, indexar, recolectar y trazar todos los tipos de contenidos dentro y fuera del contexto de un flujo de proceso. Las características incluyen la administración de carpetas, indexado de documentos e imágenes, gestión de datos estructurados y no estructurados, archivo de documentos, así como la gestión de la seguridad de estos.
- *User and Group Collaboration*: Herramientas de trabajo en equipo humano en tiempo de diseño y en tiempo de ejecución. Las herramientas colaborativas en tiempo de diseño proporcionan herramientas de desarrollo a los usuarios de negocio y TI para ayudar a cerrar la brecha de comunicación entre estos dos grupos de usuarios. Las herramientas de tiempo de ejecución proporcionan facilidades de trabajo colaborativo para que los equipos de trabajo puedan finalizar los trabajos más rápido y puedan detectar, sugerir y cambiar el comportamiento del sistema para conseguir su rendimiento óptimo. Estas herramientas incluyen colas de trabajo compartidas, portales de proyectos, desarrollo basado en roles, mensajería instantánea, blogs y tableros de anuncios de la comunidad.
- *Process Component Registry/Repository*: Almacena todas las definiciones de procesos, componentes, modelos, reglas y otros datos de proceso que pueden ser buscados por las personas y llamados por los sistemas. Soporta búsquedas, control de versiones,

- particionamiento del repositorio, servicios de suscripción y publicación y el check-in/check-out de todos los componentes creados y orquestados en tiempo de ejecución.
- *System Management and Administration*: Herramientas que configuran y mantienen el sistema y el acceso humano, que también proporcionan capacidades de monitorización para gobernar la salud de los sistemas en ejecución. Incluyen la gestión de roles, de seguridad, de monitorización del sistema, integración con LDAP y Active Directory.
 - *Business Rules Management*: La capacidad de abstraer y ejecutar políticas y decisiones y reglas de negocio de la aplicación subyacente y habilitar el proceso de cambio más flexible. Esto incluye reglas basadas en eventos, en interfaz, pruebas y depuración de reglas, simulación de reglas y análisis “y si”.
 - *Inline and Offline Simulation and Optimization*: Herramientas de simulación y optimización de procesos, que utilizan valores de los datos en tiempo real, históricos y estimados para detectar y sugerir oportunidades de optimización de los procesos. Las herramientas de simulación deberían estar estrechamente integradas con el entorno de desarrollo para permitir ingeniería iterativa. Esta área funcional soporta análisis predictivo (económico y de riesgo), procesos concurrentes y simulación de reglas, un repositorio de simulación, algoritmos de optimización e ingeniería iterativa.
 - *Business Events, BI and Business Activity Monitoring (BAM)*: Las herramientas de monitorización y reporte se utilizan para gobernar y alertar a los gestores del negocio de los comportamientos y cambios de las operaciones de negocio actuales. Las características incluyen escuchadores de eventos, alarmas, disparadores de procesamiento analítico en línea y reporte de BI, cuadros de mando de KPI, monitorización gráfica de procesos, y herramientas de descubrimiento de procesos.
 - *System Connectivity*: Herramientas que posibilitan a los arquitectos de sistemas la publicación y suscripción de servicios de sistema, integración con servicios de coreografía y configuración de conexiones bidireccionales con varios back-ends de aplicaciones de negocio vía conectores de sistema empaquetados previamente, tales como EJB o SOAP, etc.

2.2.3. Intelligent Business Process Management Systems

En posteriores análisis publicados, Gartner redefine su modelo de arquitectura funcional para dar respuesta a la nueva tendencia que demanda una cobertura tecnológica que de soporte a las *Operaciones de Negocio Inteligentes (IBO)* [Gartner 2012a], que son un nuevo escenario de utilización de las BPMS. Como resultado, Gartner define el concepto de *Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio Inteligentes (iBPMS)* como la nueva generación de suites BMP que dan soporte a los procesos de negocio inteligentes. Algunos autores han clasificado esta nueva generación de herramientas para iBPM como una nueva tipología de productos centrados en el cliente [Khoshafian 2014].

Un iBPMS tiene todas las características de un BPMS tradicional, complementado con tecnologías más avanzadas. Un BPMS tradicional reúne un conjunto de tecnologías de composición integradas para la gestión de las interacciones entre todos los recursos, es decir,

personas, sistemas software, información, reglas de negocio y políticas, que contribuyen a los resultados de los procesos operacionales.

Un iBPMS expande los BPMS tradicionales añadiendo la nueva funcionalidad necesaria para soportar las operaciones de negocio inteligentes, tales como análisis de negocio en tiempo real, procesamiento de eventos complejos (CEP), social media para soportar el comportamiento y la colaboración social y tecnologías para soportar los requerimientos crecientes de movilidad [Palmer 2013] [Sinur, Schulte 2013] [Sinur et al. 2013]. Esta nueva funcionalidad se centra en la adición de más inteligencia humana y de los sistemas en un entorno de trabajo más amigable, caracterizado por espacios de trabajo basados en roles.

Las siguientes características adicionales distinguen una suite iBPMS de las BPMS tradicionales [Gartner 2012a] [Khoshafian 2014]:

- *Gestión Dinámica de Casos (DCM)*. Soporta tanto flujos estructurados y planificados como dinámicos, involucrando usuarios expertos. Los casos reflejan la forma de trabajar, socialmente, colaborativamente, proactivamente, y puede incluir muchos participantes para manejar excepciones.
- *Social media*. Incorpora más fuentes de datos externas, perspectivas externas (como expertos y clientes) y datos de contexto en el ciclo de vida (no sólo la experiencia en tiempo de diseño). Los medios sociales pueden mejorar y proporcionar más información sobre el contexto. Estos también soportarán técnicas analíticas adicionales, tales como análisis de redes sociales, para soportar las decisiones relativas a las mejores acciones siguientes. Esto también permite una mejor colaboración y el crowdsourcing.
- *Soporte a dispositivos móviles*. Soporte de acceso 24/7 para colaboradores individuales y supervisores para mantener la capacidad de respuesta, y para permitir las interacciones móviles dentro del contexto del proceso, sobre todo en las operaciones globales.
- *Capacidades analíticas activas ampliadas*. Tecnologías como BAM y CEP para proporcionar análisis más amplios, mejores y predictivos, cuadros de mando empresariales más completos e interactivos, mejor visibilidad en tiempo real sobre el rendimiento de los procesos, inteligencia mejorada de procesos, alertas más oportunas para condiciones de excepción y un mejor conocimiento del contexto.
- *Integración con herramientas de análisis bajo demanda*. Análisis estadísticos (predictivos) y simulación. Aplicadas en un contexto IBO, estas herramientas están dirigidas a las decisiones operacionales repetibles en lugar de decisiones tácticas o estratégicas ad-hoc. Estos análisis también sirven para el análisis activo de BAM y CEP.
- *Herramientas de gestión de decisiones*. Más soporte a las tecnologías de gestión de decisiones y de reglas, optimización y simulación, así como a los motores de optimización basados en restricciones, que utilizan técnicas matemáticas avanzadas para sopesar las compensaciones y generar decisión más efectiva disponible.
- *Acceso a información no estructurada*. Acceso a nuevas fuentes externas de información no estructurada, incluyendo vídeo, audio, redes sociales, etc.

En la Figura 15 se puede observar la evolución del modelo arquitectónico de Gartner, redefiniendo los componentes funcionales que diferencian a las suites iBPMS de las BPMS, que se definen a continuación [Gartner 2014b]:

- *Process Orchestration Engine*: Coordina las interacciones de todos los actores (personas, sistemas informáticos y dispositivos) para flujos estructurados y no estructurados. También posee capacidades para la gestión de casos y procesos dinámicos, por ejemplo, un flujo de trabajo dirigido por una regla que puede ejecutar fragmentos de proceso predeterminados. También soporta flujos de procesos ad-hoc (estructurados y no estructurados). Responde a eventos iniciados por humanos o por el sistema. Debe gestionar procesos en ejecución de corta y larga duración, registrar los cambios de estado de los recursos coordinados, ajustar las prioridades y el orden de ejecución de las instancias de procesos, terminar, actualiza o suspender procesos en ejecución y planificar los trabajos futuros (procesos y actividades).
- *Graphical Model-Driven Composition Environment*: Proporciona herramientas de creación y desarrollo y soporte en tiempo de ejecución para aplicaciones compuestas heterogéneas. Los flujos de procesos y las reglas deben ser objetos explícitos en los modelos. Soporta la composición de la interfaz de usuario (UI) para la construcción de portlets, páginas del portal e interfaces de usuario ricas (RIA) y para dispositivos móviles. También cubre la validación de los modelos de procesos, tales como comprobaciones de dominio, de terminación y mostrar advertencias si se detectan patrones inconsistentes.
- *Content Interaction Management*: Capacidades de gestión o integración con otras herramientas de gestión empresarial de contenidos para gestionar documentos, y opcionalmente otros tipos de contenido, como imágenes, audio o vídeo. Puede crear, leer, direccionar y actualizar contenido gestionado por repositorios de contenidos de terceros.
- *Human Interaction Management*: Soporta espacios de trabajo personalizados para los participantes (basados en roles, preferencias, permisos de acceso, etc.) y proporciona acceso interactivo a las tareas, contenidos y otros recursos. La experiencia de usuarios se puede adaptar a la unidad organizacional, a las funciones, habilidades y/o al individuo. Soporte web y multicanal con formularios, portlets e interfaces de usuario ricas, aprovechando la personalización. Soporte nativo o basado en HTML5 para dispositivos móviles, capacidades de colaboración para ayudar a los participantes a intercambiar datos e ideas acerca de un proceso de manera flexible y controlada por el usuario.
- *Process Intelligence and Business Activity Monitoring (BAM)*. Proporciona analíticas activas y bajo demanda, vía inteligencia de procesos y BAM para facilitar lo siguiente:
 - *Inteligencia continua*, incluyendo monitorización, alertas y manteniendo el conocimiento del contexto.
 - *Monitorización de métricas*, relacionadas con los procesos (interacciones y recursos), coordinadas por las herramientas del motor de orquestación.
 - *Cuadros de mando de monitorización interactivos*, para detectar amenazas, oportunidades y otras anomalías, que lanzan alertar por instancias de procesos y actividades en riesgo.

- *Disparo de respuestas automáticas*, para situaciones de amenaza y oportunidad mediante llamadas a servicios de mensajería u otras interfaces.
- *Capacidad de registro*, de eventos de proceso u otros eventos en un registro de rendimiento del proceso y auditoría de la traza de ejecución.
- *BAM inteligente de datos*, incluyendo adaptadores para capturar eventos externos al motor de orquestación de procesos del iBPMS. Adicionalmente, se requiere análisis continuo para mostrar los KPI y otras métricas en los cuadros de mando de negocio, y además, enviar alertas y disparar respuestas.
- *Capacidades de analíticas bajo demanda*, es decir, servicios que se ejecutan cuando son requeridos para ayudar a los participantes, aplicaciones o dispositivos a tomar decisiones informadas, además de herramientas fuera de línea para simular los procesos y mejorar el diseño del proceso y cómo el proceso es ejecutado.
- *Business Rules Management*: Razonamiento basado en software que infiere consecuencias lógicas a partir de un conjunto de hechos o axiomas. Gestiona y ejecuta reglas que representan políticas de negocio. Como mínimo, tiene que soportar razonamiento encadenado hacia delante y deductivo.
- *Connectivity*: Soporte para HTTP, REST, SOAP, WSDL y ODBC/JDBC, y capacidad para conectar con aplicaciones comerciales fuera de la plataforma (COTS).
- *Management and Administration*: Incluye:
 - *Configuración y gestión*: Incluye configuración, despliegue y administración de la plataforma iBPMS y los artefactos de aplicación, además de control de versiones en conjunción con el registro/repositorio, y seguridad por aplicación, usuario, rol, grupo departamento y función.
 - *Gestión y Monitorización*: Incluye la capacidad de iniciar, parar y gestionar el rendimiento de los procesos y de sus componentes asociados, además de registrar y gestionar las trazas de auditoría.
- *Process Component Registry/Repository*: Almacena y gestiona artefactos y metadatos de diseño y ejecución de procesos. Tiene capacidades de reporte y consulta (navegar y buscar), además de control de versiones (a menudo trabajando conjuntamente con las herramientas administrativas). Proporciona un modelo de información holístico que cubre todos los aspectos esenciales del proceso, pero que es extensible. Posee controles de seguridad en el repositorio/registro.

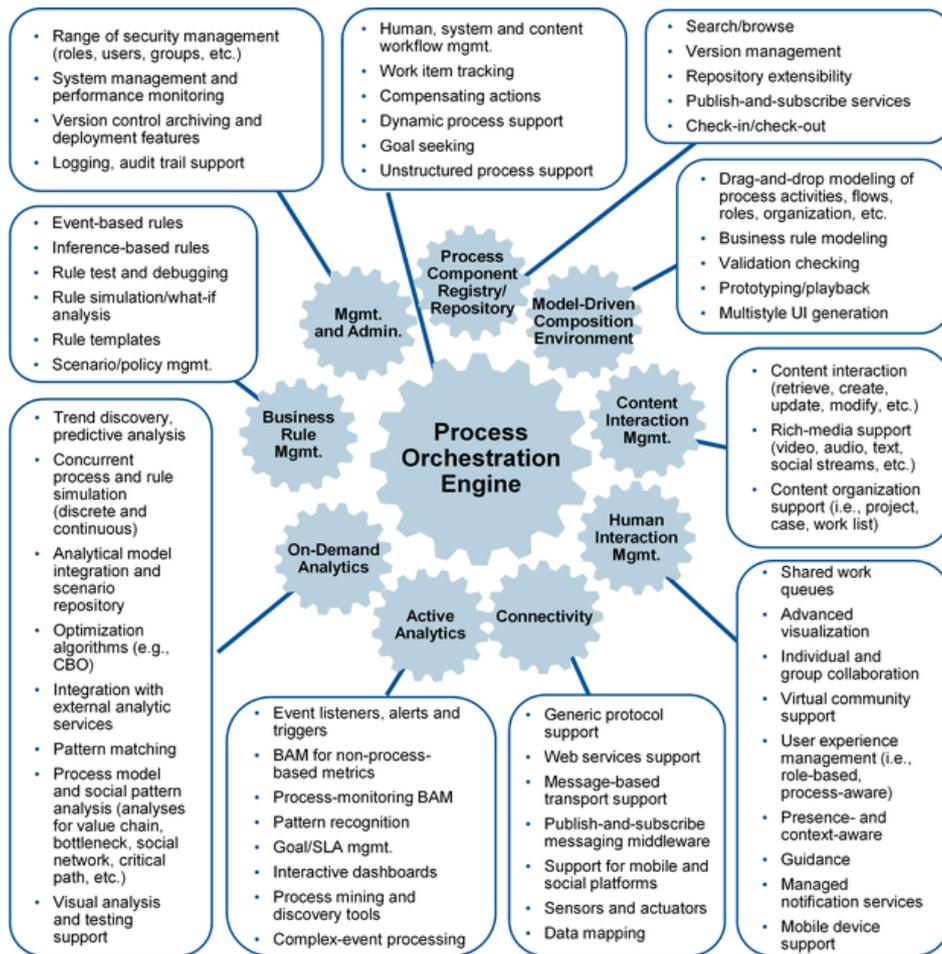


Figura 15. Principales componentes de un iBPMS

3. Trabajos relacionados

En las últimas décadas se ha producido un creciente interés sobre el campo de la Gestión de los Procesos de Negocio tanto en la comunidad empresarial, académica, como en la de proveedores de herramientas software.

Según la encuesta publicada en [Harmon, Wolf 2014], las organizaciones presentan mayor grado de madurez en sus enfoques de gestión de los procesos de negocio. La mayoría de encuestados consideran BPM como una práctica que gestiona el cambio en todo el proceso de negocio, y no solo como una nueva tecnología software. La mayoría de empresas están en el nivel 2 en la escala del *Capability Maturity Model* (CMM). Han invertido en la definición de sus procesos, pero no han invertido en la adaptación de los procesos en toda la empresa.

Por otra parte, la encuesta determina que ha habido poco desarrollo en el mercado en su conjunto en relación con la anterior encuesta [Harmon, Wolf 2012], en la que se veían claros indicios de que las organizaciones parecían estar adoptando el uso de BPMS y que este tipo de software estaba siendo utilizado en mayor medida en que en años anteriores. Algunas organizaciones han llegado a estar más orientadas a procesos, han invertido en BPMS o creado una arquitectura de procesos de negocio, pero la mayoría de ellas no.

La encuesta concluye que el estado de BPM es más o menos el mismo que se definió en las encuestas del 2007 y 2009, pero el interés mostrado por las organizaciones sobre BPM sigue manteniéndose a lo largo de estos últimos años. Esto también se puede ver en la Figura 16, que muestra una gráfica con el interés relativo en las búsquedas a nivel mundial de los términos *business process management*, *bpms* y *open bpm*, obtenida con la utilidad [Google Trends](#) en junio de 2015.

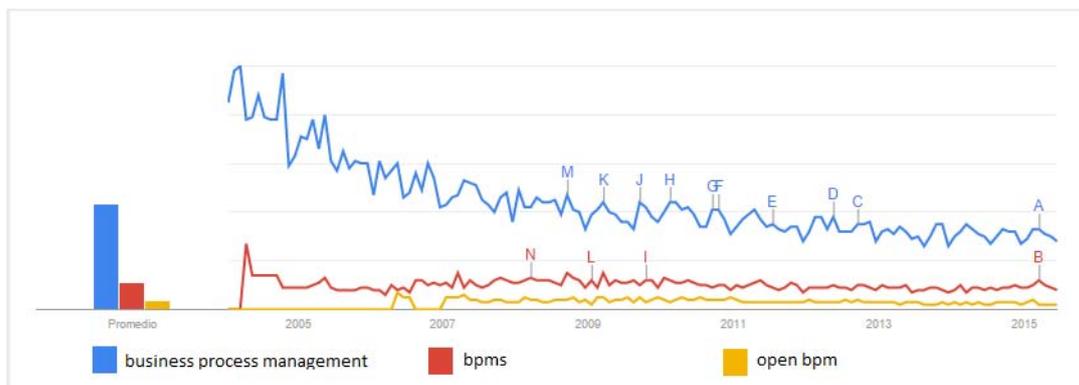


Figura 16. Búsquedas de los términos *business process management*, *bpms* y *open bpm* en Google Trends (Junio 2015)

Este interés se hace patente al comprobar la cantidad de productos BPMS que se pueden encontrar en el mercado [OMG 2015a] [BPI 2015] [Capterra 2015] [Weske 2012] [Moya, Hitpass 2012] [Harmon 2010] [Koster et al. 2010] [van der Aalst, van Hee 2002], o de implementadores [OMG 2015c], tanto de proveedores de software tradicionales o más generalistas que han desarrollado productos para el mercado de BPM, como de proveedores cuyo único mercado es el de las BPMS, sin descartar varias suites BPM de código abierto, cuyo grado de madurez está al nivel de muchos de los productos comerciales [Nie et al. 2008] [Wohed et al. 2009].

La cantidad de soluciones diferentes que ofrece el mercado de las BPMS, la amplitud abarcada por las prácticas y técnicas de BPM, y la complejidad que presentan algunas de esas prácticas, puede ser uno de los motivos por el que la mayoría de organización no ha establecido una orientación hacia la gestión de los procesos, no ha implantado una arquitectura de procesos de negocio o no han invertido en BPMS.

Para que las organizaciones puedan realizar una evaluación objetiva de las BPMS que mejor se adapte a sus necesidades, resulta conveniente disponer de un método de evaluación de este tipo de productos software, que ayude en la toma de decisión para la selección de una BPMS para su implantación. Este método de evaluación también puede ayudar a los proveedores de este tipo de software a realizar auto evaluaciones de sus productos, para comprobar cómo posicionarse en el mercado respecto a sus competidores o para descubrir carencias que puedan presentar.

En este capítulo se exponen los diferentes trabajos relacionados con la evaluación de productos BPMS que se han investigado, para determinar el método de evaluación seguido, el grado de cobertura que proporcionan respecto a las características necesarias para BPM, o los criterios de evaluación propuestos por cada uno de ellos.

Se han analizado principalmente dos tipos de trabajos para determinar su viabilidad como marco comparativo objetivo en la evaluación de productos BPMS. El primer tipo de trabajos corresponde a análisis comparativos publicados por reputadas empresas dedicadas a realizar publicaciones sobre análisis de mercados de las TI, como son Gartner, Forrester y Ovum. El segundo tipo aglutina los trabajos publicados de índole académica, así como otros trabajos sobre la materia, como casos o experiencias reales en la evaluación y selección de productos para la implementación de soluciones BPMS.

3.1. Marcos comerciales de evaluación

3.1.1. Gartner Magic Quadrant for Business Process Management Suites

Gartner Inc. Es una empresa de investigación y consultoría de las tecnologías de la información, fundada en 1979 y con sede en Stamford, Connecticut, USA.

Sus áreas de negocio incluyen la investigación tecnológica, análisis y consultoría. La investigación tecnológica que incluye dentro del alcance de sus investigaciones se organizan de tres modos: investigación de mercado, investigación por asuntos e investigación por sectores. Es el área de negocio que mayores beneficios reporta a la compañía. El análisis incluye el consejo para profesionales de la TIC, empresas de tecnología y la comunidad de inversión. Para presentar sus análisis, Gartner utiliza sus famosos *Magic Quadrants* o los *Hype Cycle*. La consultoría permite a sus clientes la utilización de las investigaciones y los análisis dentro de su propia empresa [Gartner 2015a].

Según [Gartner 2014], los cuadrantes mágicos ofrecen instantáneas visuales, análisis en profundidad y asesoramiento procesable que proporciona una idea de la dirección, madurez y

participantes de un mercado, proporcionando una comparativa gráfica de los proveedores de tecnología y servicios en un mercado determinado.

Estos mercados varían de diferentes formas, pero todos siguen un ciclo de vida previsible, con cinco fases:

- Emergente
- Alto crecimiento
- Consolidado
- Maduro
- Declinante

Cuando un mercado emerge, carece de definición, y por lo general tiene una multitud de proveedores que ofrecen soluciones puntuales, y no siempre es posible evaluar comparativamente los vendedores. Barreras de entrada bajas significan que muchos proveedores pueden entrar en el mercado sin una inversión significativa, y pueden irse sin implicaciones importantes para su negocio. Del mismo modo, cuando el mercado está muy maduro, los servicios y productos que se ofrecen típicamente son proporcionados sólo por unos pocos proveedores y pueden carecer de diferenciación en las características de los productos o servicios. En ambos casos, una *Guía de Mercado* Gartner ofrece una perspectiva significativa del mercado subyacente, sin una evaluación profunda de los productos o servicios de los proveedores.

3.1.1.1. Análisis cualitativo de mercado

Para evaluar a los proveedores para el cuadrante mágico, Gartner utiliza un proceso integral que define los límites del mercado, el enfoque de la investigación y los pasos tomados para formar el análisis.

1. *Identificar el mercado.* Para ser considerado para un análisis, un mercado debe ser diferente y viable. Gartner selecciona un mercado para su análisis basándose en el impacto de las nuevas tendencias y necesidades de los usuarios para entender el cambio en la dinámica del mercado. Los analistas de Gartner se centran en mercados en los que sus ideas pueden ayudar a los clientes con la planificación, la toma de decisiones de inversión, y el soporte continuo a las relaciones con los proveedores.
2. *Seleccionar los proveedores.* Los cuadrantes mágicos no pretenden ser un análisis exhaustivo de todos los proveedores de un mercado, sino más bien, un análisis centrado. Los criterios de inclusión pueden consistir en la cuota de mercado, los ingresos, el número de clientes, los tipos de productos o servicios, mercado de destino u otras características. Estos criterios ayudan a reducir el alcance de la investigación a aquellos proveedores que Gartner considera que son los más importantes o que mejor se adapte a las necesidades cambiantes de los clientes de Gartner como compradores en el mercado.
3. *Definir los criterios de calificación.* El cuadrante mágico utiliza criterios estándar clasificados en dos categorías: Amplitud de Visión y Capacidad de Ejecución. Se adaptan

los criterios de calificación priorizándolos y ponderándolos basándose en una escala de importancia de nivel alto, bajo o estándar. En algunos casos, un criterio puede tener un peso “sin valoración” porque no tiene relevancia en el mercado o no proporciona suficiente diferenciación.

4. *Investigar el mercado*: Las actividades de investigación incluyen, pero no se limitan a:
 - a. Sesiones de información de proveedores.
 - b. Encuestas.
 - c. Referencias proporcionadas por los proveedores.
 - d. Contactos con la industria.
 - e. Entrevistas con clientes.
 - f. Fuentes públicas, como las presentaciones de la US Securities and Exchange Commission, artículos publicados, discursos, etc.
 - g. Las aportaciones de otros analistas de Gartner.
5. *Evaluar a los proveedores*: Los equipos de analistas colaboran para evaluar y calificar cada proveedor utilizando los criterios ponderados. Las puntuaciones resultantes se utilizan para generar el cuadrante mágico.
6. *Publicar la investigación*: El cuadrante mágico es publicado como un documento de investigación que explica las posiciones y clasificación de los proveedores, así como las novedades del mercado. Durante esta etapa, la investigación se somete a una rigurosa revisión de pares para la validación interna, y una revisión realizada por los proveedores incluidos en la investigación.

3.1.1.2. Criterios de calificación

El cuadrante mágico tiene 15 criterios ponderados, clasificados en las categorías de amplitud de visión y capacidad de ejecución, que son utilizados para situar a los proveedores en base a sus fortalezas relativas en el mercado. Estas categorías se describen como:

- *Capacidad de ejecución*: resume factores tales como la viabilidad financiera del proveedor, la capacidad de respuesta de mercado, el desarrollo de productos, los canales de venta y la base de clientes.
- *Amplitud de visión*: refleja la innovación del proveedor, si marca tendencias o sigue las del mercado, y si la visión de mercado del proveedor desarrollará la perspectiva de Gartner.

La categoría de amplitud de visión incluye los siguientes criterios:

- *Comprensión del mercado*: La capacidad de un proveedor para entender las necesidades del cliente y traducir estas necesidades en productos o servicios. Un proveedor que muestra un alto grado de visión escucha y entiende lo que el cliente quiere, y puede utilizar esa información para dar forma o mejorar la relación.
- *Estrategia de marketing*: Un conjunto de mensajes claros y diferenciados, publicados a través de presencia online, publicidad, programas de cliente, eventos y declaraciones de posicionamiento.

- *Estrategia de ventas*: Una estrategia para la venta de productos que utiliza la red adecuada de ventas directas e indirectas, marketing, servicio y comunicación a afiliados para extender el alcance y la profundidad de penetración en el mercado, habilidades, conocimientos, tecnologías, servicios y base de clientes de un proveedor.
- *Estrategia de oferta (de producto)*: El enfoque de un proveedor para el desarrollo de productos y su entrega, que hace hincapié en la diferenciación, funciones, metodología y características establecidas en relación con las necesidades actuales y futuras.
- *Modelo de negocio*: La validez y la lógica de la propuesta de negocio subyacente de un proveedor.
- *Estrategia vertical/industria*: La estrategia de un proveedor para los recursos directos, habilidades u ofertas para satisfacer las necesidades de los segmentos del mercado, incluidas las industrias verticales.
- *Innovación*: Cálculo de referencia de los recursos, la experiencia o el capital para la ventaja competitiva, la inversión, la consolidación o la protección contra la adquisición.
- *Estrategia geográfica*: La estrategia de un proveedor para satisfacer las necesidades de recursos directos, habilidades y ofertas en las regiones más allá del área nativa del proveedor, directamente o a través de socios, canales y filiales, según corresponda a esa región del mercado.

La categoría de capacidad de ejecución incluye los siguientes criterios:

- *Productos/servicios*: Bienes y servicios básicos ofrecidos por el proveedor que compite en el mercado. Esta categoría incluye las capacidades de los productos y servicios, calidad, conjuntos de características y habilidades (ofrecidas de forma nativa o a través de fabricantes de equipos originales) que son definidos en la definición del mercado y que pueden ser detallados todavía más por otros criterios.
- *Viabilidad general*: Incluye una evaluación de la salud financiera general del proveedor, el éxito financiero de la unidad de negocio correspondiente, y la probabilidad de que se siga invirtiendo en una unidad de negocio y ofreciendo el producto dentro de las cartera de productos del proveedor.
- *Ejecución de ventas/precios*: Capacidades del proveedor en las actividades de preventa y la estructura que las soporta. Este criterio incluye la gestión de acuerdos, la fijación de precios y la negociación, soporte preventa y la eficacia global de los canales de venta.
- *Respuesta del mercado y trayectoria*: Capacidad de respuesta para cambiar de dirección, ser flexible y lograr el éxito competitivo, desarrollando oportunidades, observando las actuaciones de los competidores, la evolución de las necesidades de los clientes, los cambios en la dinámica del mercado. Este criterio también considera la forma en que el proveedor ha respondido a lo largo del tiempo.
- *Ejecución de marketing*: La claridad, calidad, creatividad y eficacia de los programas diseñados para entregar el mensaje del proveedor e influir en el mercado, promover su marca y aumentar el conocimiento de sus productos y servicios, y establecer una identificación positiva por parte de los clientes con el producto, marca o proveedor.
- *Experiencia del cliente*: Relaciones, productos y servicios que permiten a los clientes tener éxito con los productos evaluados. Este criterio incluye las maneras en que los clientes reciben el soporte técnico o soporte de cuenta. También puede incluir

herramientas auxiliares, los servicios de atención al cliente (y su calidad), la disponibilidad de los grupos de usuarios y los acuerdos de nivel de servicio (SLA).

- **Operaciones:** La capacidad del proveedor de cumplir con sus objetivos y compromisos. Los factores incluyen la calidad de la estructura de la organización, tales como habilidades, experiencias, programas, sistemas y otros vehículos que permiten al proveedor operar con eficacia y eficiencia.

3.1.1.3. Estructura del Cuadrante Mágico

A diferencia de los análisis de mercado, los cuadrantes mágicos ofrecen un análisis en profundidad de los productos y servicios de los proveedores, representando los mercados en las fases intermedias de su ciclo de vida, mediante el uso de una matriz bidimensional que evalúa a los proveedores en función de su amplitud de visión y su capacidad de ejecución.

El cuadrante mágico se basa en dos ejes, en base a la clasificación de los criterios de calificación, es decir, amplitud de visión y capacidad de ejecución, tal y como se observa en la Figura 17:

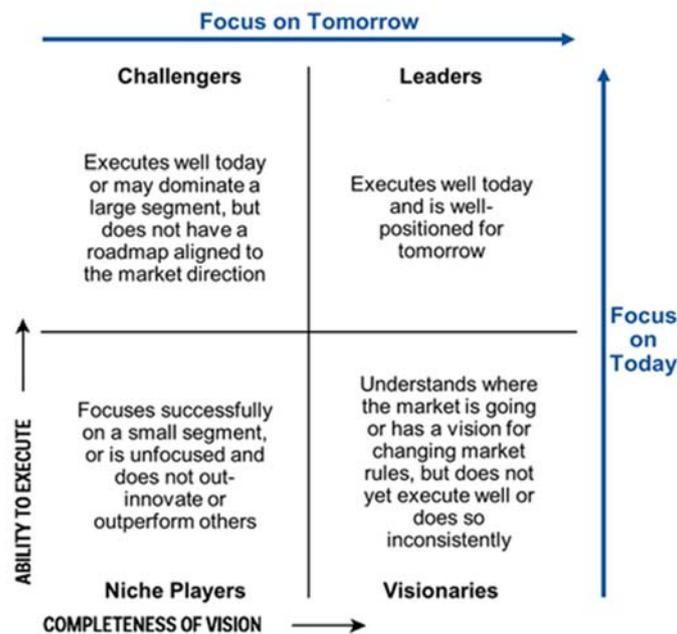


Figura 17. El Cuadrante Mágico de Gartner [Gartner 2014a]

Cada uno de los proveedores situados en los cuatro cuadrantes se clasifica según sean:

- **Leaders.** Proveedores que proporcionan ofertas maduras que satisfacen la demanda del mercado y han demostrado tener la visión necesaria para mantener su posición en el mercado aunque los requisitos cambien. Estos proveedores se centran e invierten en sus ofertas hasta el punto de liderar el mercado, pudiendo afectar a su dirección general. Poseen una gran base de clientes satisfechos (en relación con el tamaño del mercado), y su tamaño y fortaleza financiera les permiten permanecer viables en un entorno económico cambiante. Los líderes suelen responder a una audiencia del mercado amplia, soportando sus requisitos generales, pero pueden dejar de responder a las

necesidades específicas de los mercados verticales u otros segmentos más especializados.

- *Challengers*. Proveedores que suelen tener una capacidad de ejecución fuerte, pero pueden no tener un plan para mantener una propuesta de valor fuerte para los nuevos clientes. Aquí pueden situarse grandes proveedores de mercados maduros que eligen minimizar el riesgo y no perturbar sus clientes o sus propias actividades. Estos proveedores suelen tener un tamaño y recursos financieros significativos, pueden carecer de una visión fuerte, innovación o comprensión general de las necesidades del mercado. Pueden llegar a ser líderes si su visión se desarrolla, y con el tiempo, los grandes proveedores pueden fluctuar entre los cuadrantes challengers y leaders con el cambio de las necesidades del mercado y sus ciclos de producción.
- *Visionaries*. Proveedores que están alineados con la visión de Gartner sobre cómo va a evolucionar el mercado, pero que tienen menos capacidades para entregar ofertas que sigan esa visión. En los mercados tempranos, este estado es normal. En los mercados más maduros, puede reflejar una estrategia competitiva para un proveedor más pequeño, como la venta de innovación por delante de la demanda principal, o como un proveedor más grande tratando de diferenciarse.
- *Niche players*. Proveedores que operan correctamente en un segmento del mercado o que tienen una capacidad limitada para innovar o superar a otros proveedores del mercado. Esto puede ser debido a que se centran en una funcionalidad o región geográfica, o son nuevos participantes en el mercado. Pueden tener razonablemente amplia funcionalidad pero con aplicación limitada y capacidades de soporte y base de clientes limitados. Todavía no han establecido una visión fuerte para sus ofertas. Se puede ajustar a las necesidades de los clientes, pero si va en contra de la dirección del mercado puede ser una opción arriesgada porque su viabilidad a largo plazo se verá amenazada.

3.1.1.4. Magic Quadrant for Business Process Management Suites

Para el mercado del BPMS, Gartner lleva realizando análisis y publicando comparativas de productos BPMS de forma regular desde hace bastantes años, comenzando con sus análisis “*Magic Quadrant for Pure-Play BPM*” [Gartner 2004], pasando por los “*Magic Quadrant for Business Process Management Suites*” [Gartner 2006b] [Gartner 2007] [Gartner 2009] [Gartner 2010], hasta las comparativas publicadas en los últimos años [Gartner 2012b] [Gartner 2014b] [Gartner 2015c], donde se introducen las características y componentes que deben incluir y soportar las iBPMS, que surgen como evolución natural del mercado de las BPMS anteriores.

El cuadrante mágico de Pure-Play BPM de 2004, que se puede ver en la Figura 18, incluye la lista de proveedores de software que ofrecen una funcionalidad destinada a soportar la automatización de los procesos de negocio. Se trata de un mercado emergente en el que se empiezan a posicionar los proveedores más desatcados [Gartner 2004].

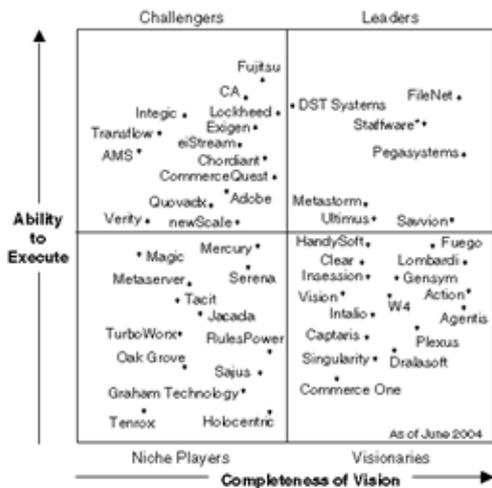


Figura 18. Magic Quadrant for Pure-Play BPM [Gartner 2004]



Figura 19. Magic Quadrant for BPM [Gartner 2006b]

El cuadrante mágico de BPMS de 2006 [Gartner 2006b], Figura 19, representa, según Gartner, la segunda generación de las suites BPM que integran un conjunto de tecnologías habilitantes de BPM. Estas suites deben ser distribuidas como un único paquete, y deben incorporar las siguientes tecnologías:

- *Modelado gráfico de procesos (tecnologías de análisis de procesos de negocio BPA).*
- *Motor de orquestación (como un motor BPEL).*
- *Herramientas de análisis de procesos (tecnologías de BI y Monitorización de la Actividad de Negocio BAM).*
- *Motor de reglas.*
- *Registro/repositorio de procesos.*
- *Simulación y optimización (tecnologías BPA).*
- *Integración (tecnologías de Bus de Servicios Empresarial ESB y Suite de Broker de Integración).*
- *Repositorio de documentos/contenido (tecnologías Gestión Empresarial de Documentos EDM).*

Los criterios de inclusión que se aplican en este cuadrante afectan a proveedores que tengan unos ingresos iguales o superiores a 25 millones de dólares, para dar continuidad a futuro o que soporten, al menos, una de las características o funcionalidades definidas en una de las siguientes áreas, que son consideradas como el conjunto mínimo necesario para soportar la mejora incremental de los procesos en un entorno empresarial que requiere respuesta en tiempo casi real:

- *Soporte a las tareas humanas.*
- *Modelado de procesos/políticas y su simulación.*
- *Frameworks, modelos, flujos y servicios pre incorporados.*
- *Soporte a interfaz humana y gestión de contenidos.*
- *Tareas de sistema y soporte de integración.*
- *BAM*
- *Soporte a la gestión de políticas/reglas.*

- *Soporta a la colaboración ubicua.*
- *Simulación en tiempo de ejecución, optimización y modelado predictivo.*
- *Soporte ágil de infraestructura en tiempo de real.*

Estos requisitos no varían significativamente en las siguientes revisiones del cuadrante mágico expuestas en [Gartner 2007], pero en [Gartner 2009] [Gartner 2010], Figura 20, se redefinen las BPMS basándose en cuatro casos de uso principales, que Gartner identifica como las necesidades de los compradores de BPMS, y se añaden algunas características adicionales a las ya definidas. Estos casos de uso son:

- *Implementación una aplicación específica basada en procesos.*
- *Soporte para una mentalidad de mejora continua de procesos.*
- *Rediseño para SOA basado en procesos.*
- *Iniciativas de transformación de negocio.*

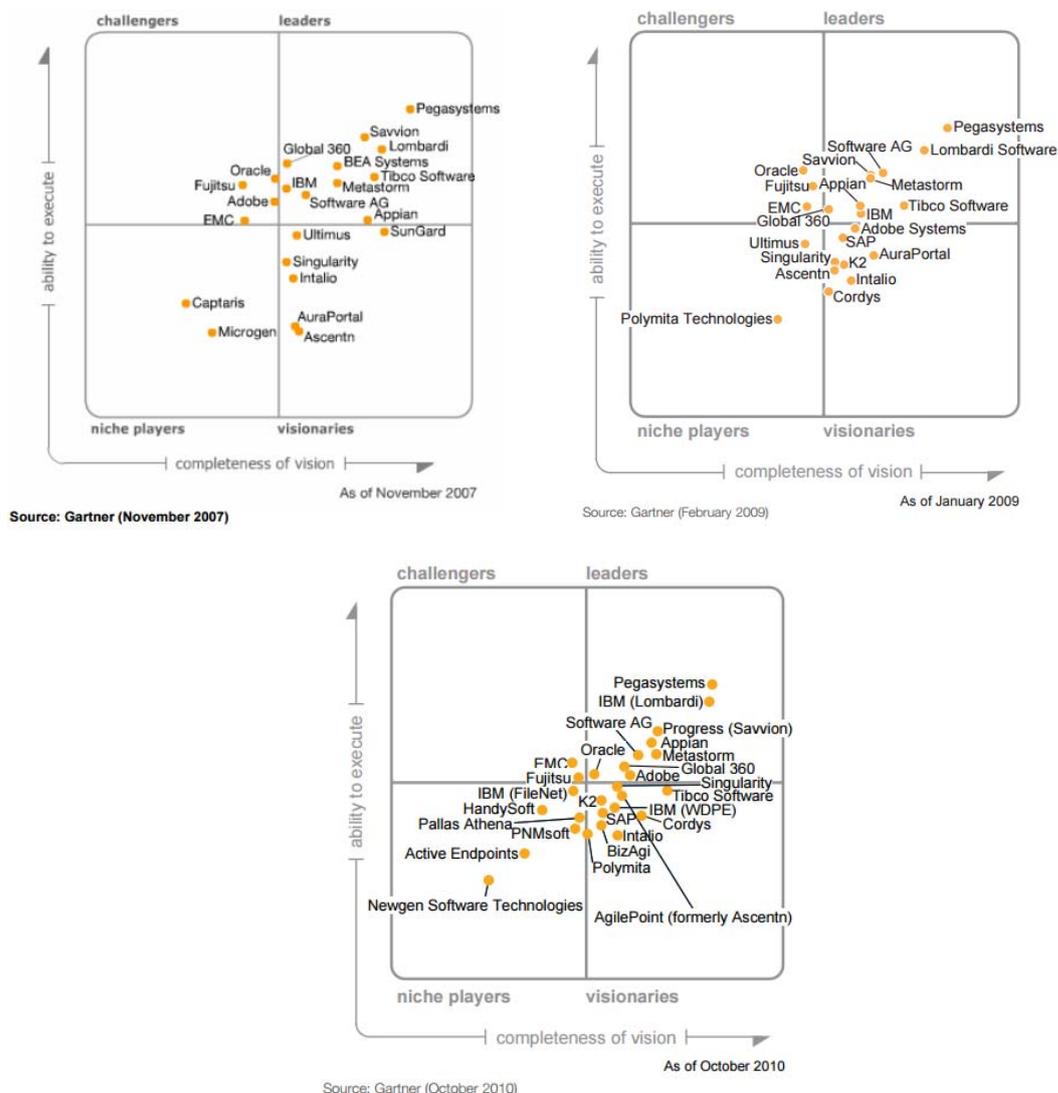


Figura 20. Magic Quadrant for BPM [Gartner 2007], [Gartner 2009], [Gartner 2010]

En posteriores revisiones del cuadrante mágico publicadas en [Gartner 2012b] [Gartner 2014b] [Gartner 2015c], Figura 21, se introduce el concepto de BPMS inteligentes, las denominadas iBPMS. En estos análisis se introduce un nuevo caso de uso denominado *Operaciones de Negocio*

Inteligentes (IBO), que expone las características que deben cumplir la nueva generación de BPMS. Las características que distinguen a las iBPMS de las BPMS anteriores son:

- *Social media para incorporar más fuentes de datos externas.*
- *Soporte a los dispositivos móviles.*
- *Capacidades analíticas extendidas, BAM y CEP.*
- *Integración con herramientas analíticas bajo demanda.*
- *Un conjunto expandido de herramientas de gestión de decisión.*
- *Acceso a nuevas formas de fuentes de información externa y desestructurada.*

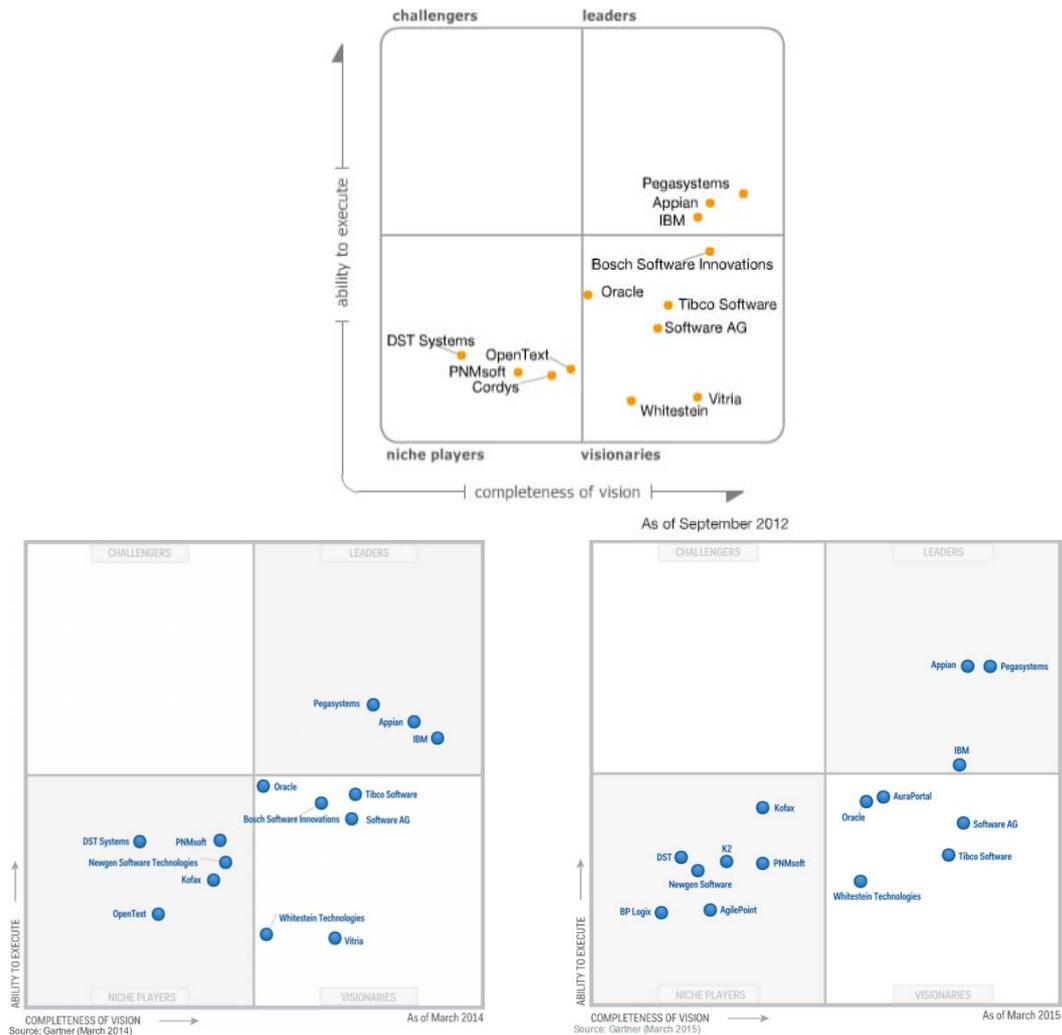


Figura 21. Magic Quadrant for iBPM [Gartner 2012b], [Gartner 2014b], [Gartner 2015a]

3.1.2. The Forrester Wave™: Business Process Management Suites

Forrester Research es una empresa independiente de investigación de mercados, fundada en 1983, que ofrece asesoramiento a sus clientes y al público en general sobre el impacto existente y potencial de la tecnología. Su gama de servicios incluye investigaciones tecnológicas en los campos de negocios, investigación cuantitativa de mercado sobre la adopción de tecnología de consumo y gasto empresarial en TI, consultoría basada en investigación, servicios de asesoramiento, eventos, talleres, conferencias y programa de redes ejecutivas entre pares. Dispone de numerosos centros de investigación repartidos por USA, Europa y la región de Asia-Pacífico [Forrester 2015].

En el caso del mercado de BPMS, Forrester ha publicado diversos estudios de análisis comparativos de los productos existentes en este mercado, bajo el nombre de “*The Forrester Wave™: Business Process Managements Suites*”. Estos estudios han sido publicados después de consolidaciones del mercado, que se producen con la adquisición por parte de proveedores grandes y medianos de herramientas BPM de proveedores más pequeños o de herramientas diferentes que soportan algunas de las características que deben presentar las suites BPM, como por ejemplo herramientas de modelado, CRM, DMS, CEP, etc.

3.1.2.1. Segmentación de mercado

Tradicionalmente, Forrester ha analizado el mercado de las suites BPM a través de tres segmentos diferentes: centradas en humanos, centradas en la integración y centradas en documentos, tal y como se muestra en la Figura 22.

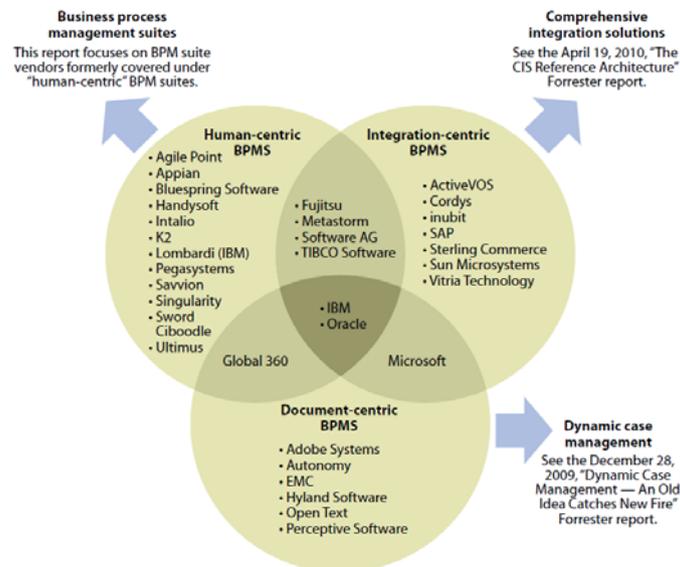


Figura 22. Segmentación del mercado de BPMS [Forrester 2010]

En estudios posteriores, Forrester considera que la consolidación del mercado ha hecho converger a las suites BPM en una fusión de una única solución BPMS que puede cubrir tres patrones de trabajo diferentes: Gestión Dinámica de Casos (DCM), flujos de trabajo humano y

procesamiento directo. Estas suites unificadas proporcionan entornos de diseño y desarrollo simples para la construcción y despliegue de procesos de negocio extremo a extremo que incorporan múltiples patrones de procesos y casos de uso, tal y como se muestra en la Figura 23.

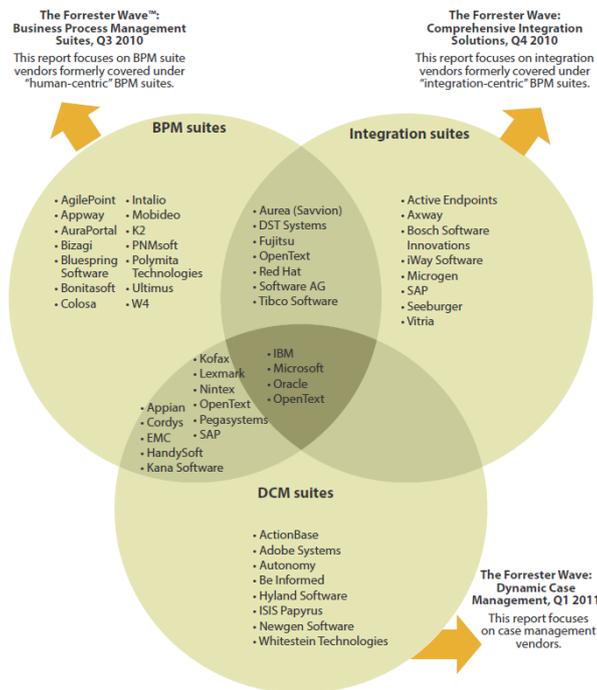


Figura 23. Segmentación del mercado de BPMS [Forrester 2013]

El mercado de suites BPM centradas en los documentos empieza a centrarse más en el soporte de los patrones de gestión dinámica de casos que en las capacidades principales de BPM, que también incorporan la gestión de contenidos empresariales, registros de gestión del ciclo de vida de los procesos de negocio, búsquedas complejas y capacidades de análisis de contenidos.

EL mercado de suites BPM centradas en la integración ha evolucionado para proporcionar suites completas para soportar los requisitos de integración, y, aunque algunos proveedores ofrecen buenas capacidades centradas en humanos, la mayoría se centran principalmente en el soporte de Buses de Servicios Empresariales (ESB), registro de servicios, repositorios de servicios y entornos de desarrollo dirigidos a la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) de gran escala.

3.1.2.2. Criterios de calificación

En este estudio, Forrester evalúa los productos BPMS contra 148 criterios, que están clasificados en tres grupos de alto nivel:

- *Oferta actual.* En [Forrester 2010] se tiene en cuenta la amplitud en la oferta de productos de cada proveedor, a través de 102 criterios, incluyendo el modelado de procesos y diseño colaborativo, desarrollo y composición de procesos y el entorno de trabajo colaborativo. En [Forrester 2013] se tiene en cuenta la arquitectura del producto, entorno de autoría, soporte de patrones de trabajo (DCM, flujo de trabajo

humano y procesamiento directo), soporte para arquitectura de empresarial y gestión de programa.

- *Estrategia*. En [Forrester 2010] se tiene en cuenta la fortaleza de la estrategia y la visión de producto de cada proveedor y cómo este tiene la intención de ser líder en el mercado de las suites BPM. En [Forrester 2013] se tiene en cuenta la estrategia global de la empresa, la hoja de ruta del producto y eliminación de complejidad de implementación de BPM, facilidad de uso y mejora del diseño general del producto.
- *Presencia en el mercado*. En [Forrester 2010] se utilizan 24 criterios para evaluar la penetración de cada proveedor en el mercado, entre los que se incluyen ingresos, crecimiento de los ingresos, soporte y enfoque regional. En [Forrester 2013] se tiene en cuenta la base de clientes que utilizan la suite BPM del proveedor, los ingresos atribuidos a la oferta de BPMS del proveedor, el nivel de recursos dedicados en I+D al producto y el tamaño del ecosistema de socios capaces de implementar el producto.

3.1.2.3. Criterios de selección de proveedores

Para [Forrester 2010] los criterios de selección de proveedores son:

- *El producto cumple con la definición de Forrester de BPM centrado en humanos*. Representa una de las soluciones más completas de procesos colaborativos. Esto significa soporte a accesibilidad a usuarios de negocio para modelado de procesos, herramientas de desarrollo orientadas a proceso, motor de ejecución de procesos que soporta el trabajo humano, una experiencia de usuario basada en web para gestionar y realizar seguimiento de las tareas de trabajo, herramientas para soporte de monitorización de gestión y administración, de cambio, análisis y optimización de procesos.
- *El proveedor se ha determinado como uno de los principales proveedores de soluciones BPMS centradas en humanos*. Tiene una cuota de mercado significativa en este sector o ha ganado reconocimiento de marca en la industria vertical.
- *El proveedor proporciona soporte para desarrollo e integración Java y .NET*. El producto proporciona interfaces bien documentadas para la personalización de la solución con desarrollo J2EE, .NET y servicios web.

Para [Forrester 2013] estos criterios son:

- *Soporte a DCM, flujo de trabajo humano y procesamiento directo*. Todos los proveedores pueden soportar los tres casos de uso más comunes en BPM. Esto no quiere decir que todos los proveedores deban o puedan ofrecer exactamente el mismo enfoque o la misma profundidad funcional para cada caso de uso.
- *Soporte incorporado para ampliar las iniciativas BPM desde proyectos a programas*. Las suites deben incorporar las mejores prácticas para la creación de programas BPM sostenibles, y no solo el soporte a aspectos de desarrollo y análisis de BPM.
- *Trayectoria de entrega global*. Los proveedores ofrecen BPM para clientes en al menos cuatro de las siete regiones del mundo, con un número significativo de instalaciones en clientes de Norte América y Europa.

- *Reconocimiento de marca dentro de la base de clientes de Forrester.* Los proveedores son mencionados con frecuencia en las consultas de los clientes de Forrester y otras formas de interacción con el cliente.

3.1.2.4. The Forrester Wave™: BPM Suites

A modo de ejemplo, a continuación se muestran las Figuras 24 y 25 correspondientes a los estudios comparativos [Forrester 2010] y [Forrester 2013].

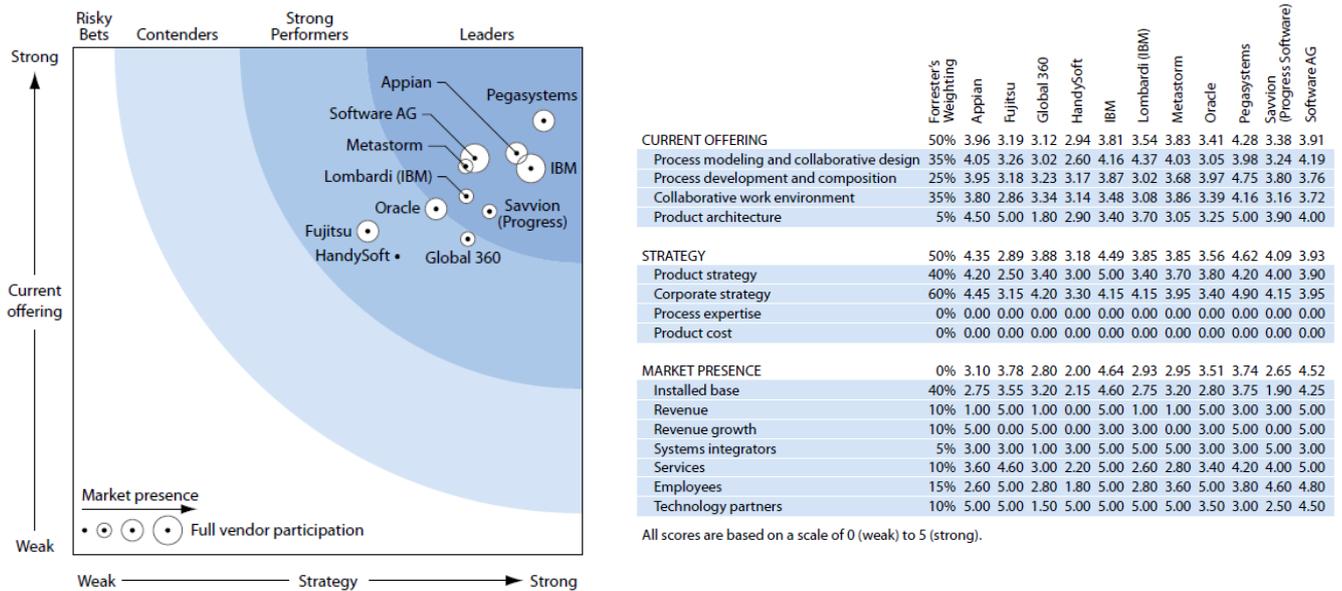


Figura 24. The Forrester Wave™: BPMS y su matriz de calificación, 2010 [Forrester 2010]

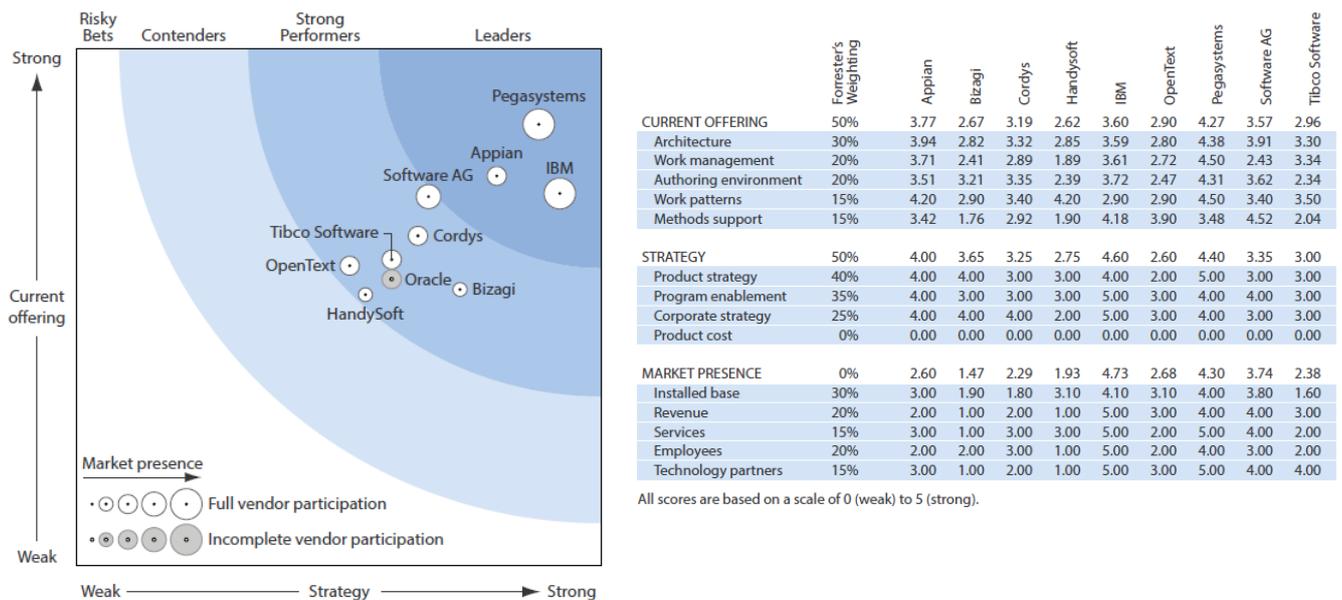


Figura 25. The Forrester Wave™: BPMS y su matriz de calificación, 2013 [Forrester 2013]

3.1.3. Ovum Decision Matrix: Selecting a Business Process Management Vendor

Ovum es una organización independiente de análisis y consultoría, fundada en 1985 y con sede en Londres, especializada en la cobertura mundial de las industrias de tecnologías de la información y las telecomunicaciones. En mayo de 2014 se fusiona con Informa Telecoms & Media Research, uno de los grupos más importantes a nivel mundial de inteligencia de negocio (BI) [Ovum 2015].

Los estudios publicados por Ovum referentes al mercado de las suites BPM son denominados “*Decision Matrix*”, que pueden ayudar a las empresas a seleccionar un proveedor basándose en su fuerza tecnológica, su reputación entre los clientes y el impacto en el mercado, ofreciendo una visión completa de las capacidades de los proveedores.

3.1.3.1. Selección de proveedores

Los proveedores perfilados en los análisis publicados son, según Ovum, los líderes del mercado de las soluciones BPM, donde los proveedores incluidos representan una sección transversal del mercado, que van desde especialistas pure-play BPM, hasta proveedores de infraestructura y aplicaciones empresariales diversificados [Ovum 2010].

En sus análisis, Ovum proporciona un resumen de las capacidades de los proveedores de BPM mediante una evaluación cualitativa de su impacto en el mercado, la confianza de los usuarios finales y las características tecnológicas que ofrecen. Además, proporciona una guía para las empresas que buscan desplegar tecnologías BPM, y si los proveedores deben ser seleccionados, considerados o explorados [Ovum 2010]:

- *Shortlist (seleccionados)*. Los productos y servicios de estos proveedores deben ser colocados en la lista de una empresa para la selección de la tecnología BPM. Esta categoría representa las soluciones líderes cuyos proveedores están posicionados en el mercado y ampliamente aceptados como los mejores del mercado.
- *Consider (considerados)*. Los proveedores de esta categoría tienen un buen posicionamiento en el mercado, con una buena comercialización de sus productos, ofreciendo funcionalidad competitiva y un buen rendimiento, y deben ser considerados como parte del proceso de selección de la tecnología.
- *Explore (explorados)*. Las soluciones de esta categoría pueden tener limitaciones en cuanto a la funcionalidad del producto o capacidad de ejecución. Sin embargo, pueden ser adecuados para satisfacer las necesidades específicas y puede valer la pena explorarlos como parte del proceso de selección de la tecnología.

Otros proveedores son excluidos de los análisis de Ovum porque no tienen un impacto suficiente en el mercado, o no presentan una cobertura completa de BPM, o no ofrecen la tecnología BPM líder en el mercado.

En [Ovum 2014] se cambia la denominación de esta clasificación:

- *Leader*. Esta categoría representa las principales soluciones que Ovum considera dignas de aparecer en la mayoría de *shortlists* de selección de tecnología. El proveedor se ha establecido en el mercado con un producto que es ampliamente aceptado como el mejor de su clase.
- *Challenge*. Las soluciones de esta categoría tienen buenas posiciones en el mercado y están comercializando bien el producto. Los productos son funcionalmente competitivos y ofrecen una buena relación rendimiento-precio.
- *Follower*. Las soluciones de esta categoría se dirigen normalmente a satisfacer las necesidades de un determinado.

3.1.3.2. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión de una solución de BPM en la matriz de decisión son [Ovum 2014]:

- *La solución opera en al menos dos grandes zonas geográficas*. Europa, América del Norte, Asia-Pacífico, para dar soporte a la base de clientes de Ovum.
- *Tiene ingresos de al menos 100 millones de dólares relacionados con BPM*. Se incluyen las ventas y las licencias.
- *La solución sirve al menos tres verticales de la siguiente lista para dar soporte a la base de clientes de Ovum*. Energía y utilidades, servicios financieros, salud, ciencias de la vida, fabricación, medios de comunicación y entretenimiento, servicios profesionales, servicios públicos, venta al por menos, al por mayor y distribución, viajes, transporte y logística.
- *Los clientes de Ovum han demandado información relativa a la solución particular*. Las soluciones de los proveedores solamente han de cumplir los tres primeros criterios si se cumple este. Si ha existido una demanda excepcional del cliente, Ovum ha renunciado a los tres primeros criterios.

3.1.3.3. Criterios de exclusión

Los criterios que impiden que una solución sea incluida en la matriz de decisión son [Ovum 2014]:

- *La solución opera en una o dos verticales*.
- *La solución opera en una sola zona geográfica dentro de la base de clientes de Ovum*.
- *Ovum ha experimentado poca o ninguna demanda por parte de sus clientes para obtener información relativa a la solución*.

3.1.3.4. Metodología de evaluación

3.1.3.4.1. Evaluación de la tecnología

En esta dimensión, Ovum desarrolla una serie de características y funcionalidades que diferencian las soluciones líderes en el mercado. Los grupos de criterios definidos para la gestión de procesos de negocio son [Ovum 2014]:

- *Descubrimiento de proceso y alcance del proyecto.* El grado en que los procesos de negocio existentes pueden ser descubiertos y el subsecuente proyecto BPM puede ser creado utilizando la solución.
- *Modelado y diseño de procesos.* Desarrollo de modelos con la utilización de las aplicaciones/plantillas verticales pertinentes, según proceda.
- *Simulación y pruebas.* Asegurar que los diseños trabajan en el entorno del mundo real.
- *Reglas de negocio.* Cómo de bien soporta la solución las reglas de la organización en el diseño de procesos de negocio.
- *Gestión de procesos en tiempo de ejecución.* Asegurar que los procesos alcanzan los resultados deseados en el entorno del mundo real.
- *Analíticas.* Analizar dónde los procesos pueden requerir mejoras.
- *Implementación específica BPM.* Cómo es implementada la solución en relación con BPM. Otros problemas de implementación son evaluados en la dimensión *Ejecución*.

3.1.3.4.2. Ejecución

En esta dimensión se analizan las capacidades de la solución en las siguientes áreas clave [Ovum 2014]:

- *Madurez.* La etapa en la que se encuentra el producto o servicio actualmente respecto a la madurez del ciclo de vida, en relación con la madurez total de la tecnología o servicio.
- *Interoperabilidad.* Cómo de fácil resulta que la solución o servicio pueda ser integrado en las operaciones de la organización, en relación con la demanda de integración del proyecto.
- *Innovación.* La innovación puede ser un diferenciador clave en el valor que una organización logra mediante un software o servicio.
- *Implementación/despliegue.* En referencia a una combinación de criterios y puntos de información, se proporcionan detalles sobre diversas cuestiones de implementación, incluyendo el tiempo, verticales, servicios y soporte.

3.1.3.4.3. Impacto de mercado

En esta dimensión se evalúa el impacto en el mercado mundial de una solución. El impacto se mide mediante cinco categorías, cada una de las cuales tiene una puntuación máxima de 10 [Ovum 2014]:

- *Ingresos.* Los ingresos globales de la gestión de procesos de negocio de cada solución se calculan como un porcentaje del líder del mercado. Si los rangos de ingresos se han

proporcionado en lugar de los ingresos explícitos, todas las soluciones que caen en ese rango tienen los mismos ingresos aplicados.

- *Crecimiento de los ingresos.* Estimación de crecimiento de los ingresos de cada solución para los próximos 12 meses, que se calcula como un porcentaje de la tasa de crecimiento de la solución crecimiento más rápido en el mercado.
- *Penetración geográfica.* Se determinan los ingresos de cada solución en tres regiones: las Américas; Europa, Oriente Medio y África (EMEA) y Asia-Pacífico.
- *Tamaño del rango de cobertura.* Se determinan los ingresos de cada solución en los tres rangos de tamaños de proveedor: grandes empresas (más de 5.000 empleados), empresas medianas (1.000-4.900 empleados) y empresas pequeñas (menos de 1.000 empleados).
- *Penetración vertical.* Se determinan los ingresos de cada solución en los siguientes mercados verticales: energía y utilidades, servicios financieros, salud, ciencias de la vida, fabricación, medios de comunicación y entretenimiento, servicios profesionales, servicios públicos, venta al por menos, al por mayor y distribución, viajes, transporte y logística.

3.1.3.5. Ovum Decision Matrix

A modo de ejemplo, en las Figuras 26, 27, 28 y 29 se muestran las gráficas correspondientes al análisis [Ovum 2014] del mercado de las BPMS.

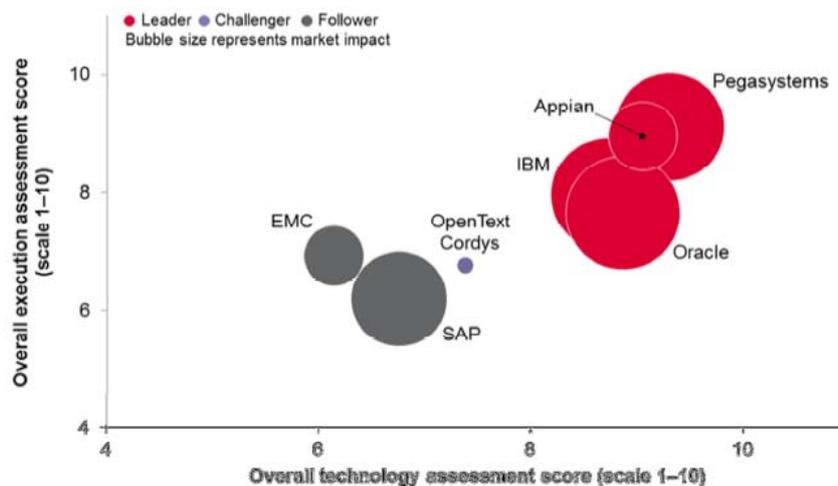


Figura 26. Ovum Decision Matrix [Ovum 2014]

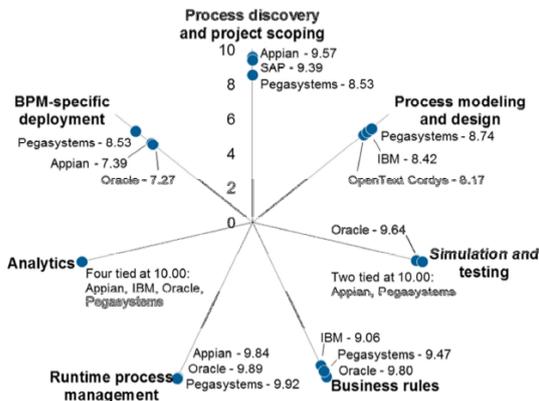


Figura 27. Ovum Decision Matrix: Technology [Ovum 2014]

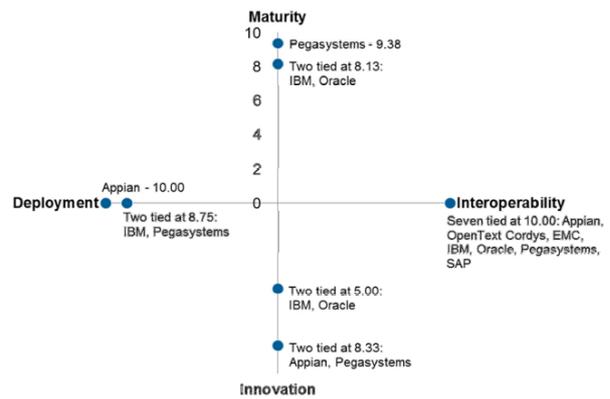


Figura 28. Ovum Decision Matrix: Execution [Ovum 2014]

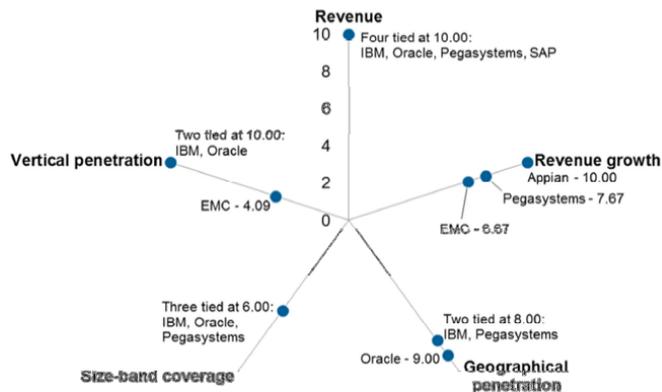


Figura 29. Ovum Decision Matrix: Market Impact [Ovum 2014]

3.2. Otros marcos de evaluación

3.2.1. Introduction to Evaluating BPMS Suites

En [Miers, Harmon 2005] se presenta un artículo que comienza exponiendo las principales razones por las que es conveniente que las empresas adopten las prácticas de gestión de procesos de negocio, que según los autores son:

- Menor coste de negocio y mayor eficiencia
- Mayor adaptabilidad, flexibilidad y agilidad
- Bajo coste de desarrollo de sistemas y soporte
- Menor riesgo en la implementación de sistemas
- Mejor gobernanza y cumplimiento
- Mejor servicio al cliente

Después se realiza una clasificación de las necesidades de las empresas atendiendo a sus metas y objetivos en las iniciativas BPM que emprenden, que son:

- Sector industrial
- Tipos de empleados
- Tamaño de las empresas

- *Tipos de procesos de negocio*

A continuación, los autores realizan un análisis de cómo los proveedores de soluciones BPMS se posicionan en el mercado, donde exponen fundamentalmente dos formas de abordar dicho posicionamiento. Por una parte, está la estrategia general del proveedor. Por otra, la pila tecnológica implementada en sus productos.

En el primer caso, los autores realizan un resumen de las estrategias seguidas por los proveedores para posicionarse en el mercado, basándose en el libro de Michael Porter titulado *“Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors”*, publicado en 1980. Pero consideran el mercado de las suites BPMS como inmaduro, donde la mayoría de proveedores todavía no están preparados para ofrecer suites completas de BPM, pero detectan indicios de un crecimiento espectacular para este mercado.

En el segundo caso, consideran que las tecnologías incluidas en las ofertas de los proveedores son una vía especializada para valorar el posicionamiento en el mercado. En este caso, los proveedores pueden desarrollar un producto o suite mediante el desarrollo de sus propias herramientas, motores y utilidades, o por el contrario, pueden hacerlo mediante la integración de productos desarrollados por terceros, incorporándolos a su suite BPM. Esto se puede observar en las Figuras 30 y 31.

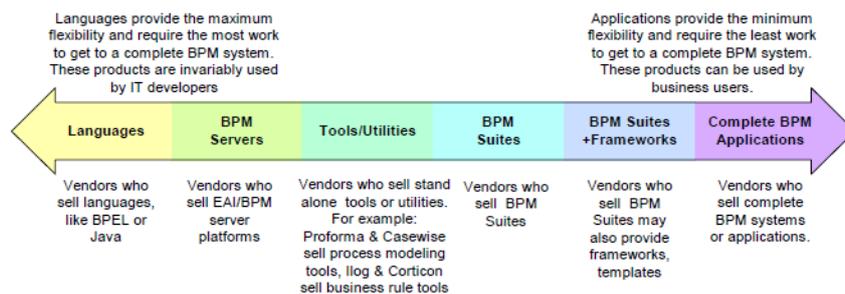


Figura 30. El continuo de productos BPM [Miers, Harmon 2005]

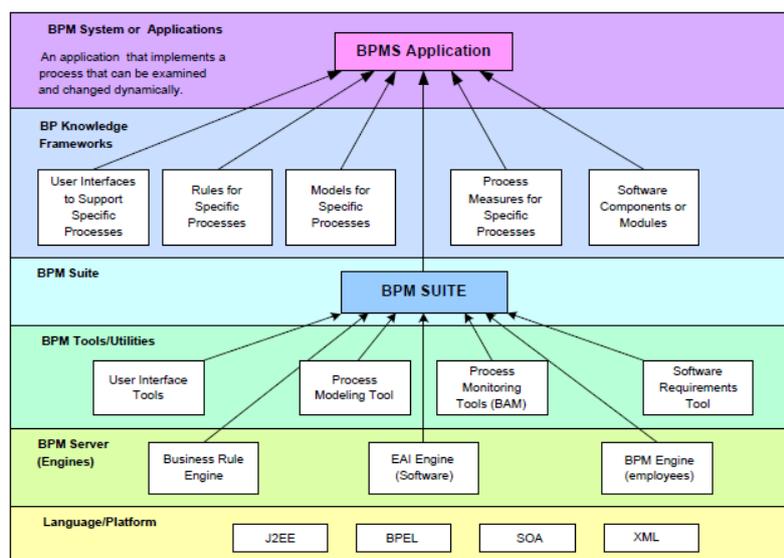


Figura 31. Vista de capas de productos BPM [Miers, Harmon 2005]

El resto del artículo está dedicado a exponer la caracterización de los productos BPMS basándose en una posible arquitectura, mostrada en la Figura 32 para una suite BPMS. Estas características son:

- *Vista general del producto.* Se considera la arquitectura que el proveedor ha utilizado y que características soporta.
- *Motor BPM.* Se considera cómo el proveedor ha dividido los elementos entre las plataformas de cliente y servidor, el repositorio que utiliza, cómo se genera la interfaz de usuario para los empleados, lo bien que el motor puede escalar para manejar gran volumen de usuarios o cómo se gestionan los componentes software y la integración.
- *Modelado de procesos.* Se considera cómo el producto soporta el modelado de procesos, en conjunción con la simulación de los mismos, la interfaz proporcionada para el modelado y cómo la semántica del producto soporta modelos de subprocesos y su reutilización, además del soporte del producto a los formularios, tiempo y simulación.
- *Reglas de negocio.* Se examina el soporte al modelado de reglas de negocio, su utilización, que tipo de interfaz se proporciona para su administración y como se gestionan en tiempo de ejecución.
- *Integración.* Se valora cómo funciona la suite con otras aplicaciones software y bases de datos utilizadas en los procesos de negocio. La valoración se realiza en dos sentidos; la vinculación de otras aplicaciones con un modelo de proceso, y la reutilización de la propia funcionalidad en otras aplicaciones. También se consideran los servicios web.
- *Estructura organizativa.* La mayoría de productos utilizan alguna representación de la estructura organizativa para dirigir la distribución del trabajo.
- *Adaptabilidad de procesos.* Se valora cómo el sistema se puede cambiar para soportar las necesidades de cada caso de trabajo. Esto incluye cómo el motor puede soportar arquitecturas de procesos más flexibles.
- *Ciclo de vida de los procesos.* Se considera la compatibilidad del producto para soportar el mantenimiento continuo de los procesos una vez definidos.
- *Monitorización.* Se considera cómo la suite captura datos sobre los eventos que ocurren en tiempo de ejecución, facilidades para analizar, filtrar o resumir estos datos, y las capacidades de la herramienta para generar y presentar cuadros de mando de gestión.
- *Plantillas y frameworks.* Se valora si la suite BPM viene empaquetada con plantillas o marcos específicos de alguna industria o dominio, que pueden ser muy útiles para modelado rápido de tipos de procesos de negocio específicos.
- *Proveedor.* Se considera el tamaño y la posición en el mercado del proveedor.
- *Costes.* Se considera el coste de adquisición de la suite BPM.

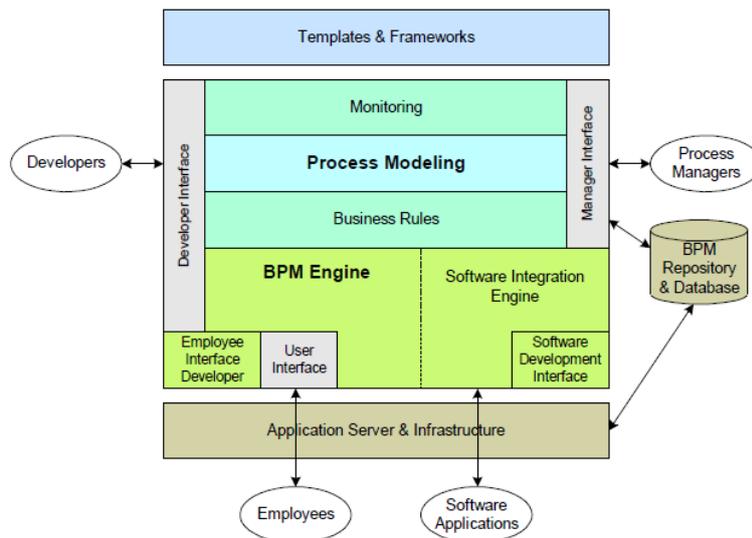


Figura 32. Una posible arquitectura para BPMS [Miers, Harmon 2005]

3.2.2. Patterns-based Evaluation of Open Source BPM Systems

[Wohed et al. 2007] presenta una evaluación de tres Sistemas de Gestión de Flujos de Trabajo (WfMS) de código abierto, basada en los patrones de flujo de trabajo presentada por la *Workflow Patterns Initiative*, que ha documentado más de 100 patrones abstrayendo piezas de funcionalidad soportadas por diversos sistemas de flujo de trabajo y lenguajes de modelado.

Una evaluación basada en patrones para la especificación de procesos cubre un buen número de perspectivas relevantes para el modelado de flujos de trabajo y su promulgación, y como tal, cubre la especificación de dependencias de control de flujo, de definición e interacción de datos y varios aspectos de la gestión de recursos.

Los patrones de control de flujo se centran en la ordenación de las actividades dentro de un proceso, y se dividen en los grupos siguientes:

- *Patrones de control de flujo básicos.* Capturan los aspectos elementales del control de flujo.
- *Patrones de ramificación y sincronización avanzada.* Describen escenarios más complejos de ramificación y sincronización.
- *Patrones de iteración.* Describen diversas formas de especificar la repetición de tareas.
- *Patrones de terminación.* Abordan la cuestión de terminación de la ejecución de flujos de trabajo.
- *Patrones multi-instancia.* Delimitan situaciones en las que hay múltiples hilos de ejecución en un flujo de trabajo que se refieren a la misma actividad.
- *Patrones basados en el estado.* Reflejan situaciones que son más fáciles de modelar en lenguajes de flujo de trabajo que soportan la noción de estado.
- *Patrones de cancelación.* Categorizan los diversos escenarios de cancelación que pueden ser relevantes para la especificación de flujos de trabajo.

- *Patrones de activación.* Identifican los diferentes mecanismos de activación que aparecen en el contexto de un proceso.

Los patrones de datos describen la manera en que los datos son representados y utilizados en el contexto de un sistema de flujo de trabajo. Estos patrones se dividen en los grupos siguientes:

- *Patrones de visibilidad de datos.* Caracterizan las diversas formas en que los elementos de datos pueden ser definidos y utilizados.
- *Patrones de interacción de datos internos y externos.* Caracterizan las diversas formas en que los elementos de datos de pueden transmitir entre los componentes dentro de una instancia de procesos, así como con el entorno operativo.
- *Patrones de transferencia de datos.* Centrados en la forma en que los elementos de datos de transfieren entre un elemento del proceso y otro.
- *Patrones de enrutamiento de datos.* Capturan las diversas formas en que los elementos de datos pueden tener interacciones con otras perspectivas e influir en la ejecución global del proceso.

Los patrones de recursos se centran en la manera en que el trabajo es distribuido y gestionado entre los recursos en una organización para su completado. En los WfMS se traduce en la forma en que las tareas e instancias de las mismas se distribuyen entre los participantes asociados a un proceso. Estos patrones se agrupan en función al ciclo de vida del elemento de trabajo, y son los siguientes:

- *Patrones de creación.* Describen las distintas formas en las que un elemento de trabajo se maneja después de su creación pero antes de su inicio.
- *Patrones push.* Describen las diferentes formas en las que un elemento de trabajo es ofrecido o asignado a los recursos por el sistema.
- *Patrones pull.* Capturan situaciones en que los recursos que han sido ofrecidos a los elementos de trabajo serán ejecutados en un futuro.
- *Patrones de desvío.* Contemplan situaciones en las que el proceso normal por el cual los elementos de trabajo se distribuyen a los recursos y se gestionan hasta su finalización se interrumpe.
- *Patrones de inicio automático.* Describen situaciones en las que la ejecución de un elemento de trabajo se activa por eventos específicos en el ciclo de vida del elemento de trabajo o de la definición del proceso relacionado.
- *Patrones de visibilidad.* Definen las características del proceso que no están directamente relacionadas con el ciclo de vida del elemento de trabajo. Describen la apertura de las operaciones del sistema a los participantes del proceso.
- *Patrones de múltiples recursos.* Describen situaciones donde no hay una correspondencia de uno a uno entre los elementos de trabajo en ejecución y los recursos.

3.2.3. Business Process Management Software Selection – Two Case Studies

[Štemberger et al. 2009] presentan un método de evaluación para ayudar a los administradores de TI y los expertos de negocio a realizar una selección flexible y personalizada de BPMS fundamentada en los objetivos del proyecto, ya que conecta los criterios de evaluación a los objetivos y los factores críticos de éxito del proyecto, y que se puede aplicar en diferentes empresas y para diversos tipos de proyectos.

Este método de evaluación está basado en el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) para la toma de decisiones multi-criterio, donde los criterios de evaluación son extraídos de la literatura relevante sobre BPM y de otros marcos de evaluación de técnicas de modelado de procesos de negocio.

Los autores identifican las características esperadas de BPMS, de las que se pueden derivar criterios de evaluación. Estas son: capacidades de modelado, capacidades de simulación, la interfaz de usuario de la herramienta y su usabilidad, la idoneidad para diferentes grupos de usuarios, soporte a diferentes tipos de procesos y marcos arquitectónicos (por ejemplo, el framework SCOR), soporte a diferentes metodologías (por ejemplo, BSC o Six Sigma), soporte a diferentes notaciones y estándares (por ejemplo, BPMN, UML), soporte a infraestructuras técnicas específicas, integración con otros productos, capacidades de generación de informes, políticas de precios y el costo total, soporte del proveedor, y posicionamiento de productos (reputación), plantillas o marcos específicos de dominio o de la industria.

Otros criterios se derivan de otros marcos de evaluación de técnicas de modelado de procesos de negocio, en los que se identifican los siguientes criterios: expresividad, arbitrariedad, idoneidad, calidad e inteligibilidad de los modelos, coherencia, integridad, eficacia y eficiencia.

Los autores también argumentan que se pueden utilizar métodos similares para selección de BPMS a los múltiples marcos de evaluación de sistemas ERP existentes en la literatura.

3.2.3.1. Proceso de evaluación

El proceso de selección comienza con dos tareas paralelas, que son: identificación de los criterios de selección y búsqueda de herramientas candidatas.

El primero de estos dos pasos es crucial para el proceso de selección, ya que las características requeridas y los criterios de selección dependen del tipo de proyecto (por ejemplo, modelado/cambio de procesos de negocio, gestión de procesos de negocio, etc.), y consecuentemente en los objetivos del mismo, en los factores críticos de éxito del proyecto, en los participante involucrados, en los planes para futuros proyectos BMP, etc. En este paso los objetivos del proyecto y los factores críticos de éxito deben ser identificados y relacionados con los criterios apropiados. Se puede utilizar la combinación de la descomposición de arriba hacia abajo y la síntesis de abajo hacia arriba para determinar los criterios para BPMS. La determinación de los criterios debería ser un proceso iterativo con el objetivo de definir unos atributos completos, no redundantes y mínimos.

El modelo de relaciones entre objetivos y criterios es el punto de comienzo para el desarrollo del modelo del proceso de análisis jerárquico.

Simultáneamente al desarrollo del modelo anterior, se debe identificar un conjunto de herramientas relevantes. Para ello, hay que recoger la mayor cantidad posible de información de cada herramienta considerada. Para esto se puede utilizar literatura relevante, documentación de las herramientas, información obtenida a través de distribuciones o los consultores de las herramientas.

EL proceso de selección de la herramienta tiene dos fases, que son; una selección áspera, en la que se eliminan las herramientas no calificadas, y una selección fina, utilizando el método AHP.

A continuación se deben identificar y establecer los criterios de eliminación para la selección áspera. Es posible que estos criterios sean las funcionalidades requeridas, el precio, etc. El modelo desarrollando anteriormente es la principal entrada de esta fase. Los criterios que están muy relacionados con los factores críticos de éxito son los principales candidatos para la lista de eliminación. Esta fase da lugar a dos listas de criterios: una lista de criterios de eliminación y una lista de criterios que se utilizarán en el proceso AHP. Estas dos listas pueden solaparse, donde un mismo criterio puede ser utilizado para la selección áspera y para la selección fina.

Ahora se realiza el proceso de selección de herramientas candidatas mediante la información y las listas obtenidas anteriormente. De ese paso debe resultar un conjunto más reducido de herramientas candidatas.

Después se pasa a la fase central del proceso de selección. El proceso AHP consiste en un objetivo general, los criterios y las alternativas de decisión. En este caso, las alternativas de decisión son las herramientas candidatas seleccionados en la fase anterior. El objetivo general consiste en seleccionar la mejor herramienta, es decir, la que mejor se ajuste a los objetivos de la organización y el proyecto en general. Se debe determinar la forma en que se evalúa cada criterio y sus pesos. Los atributos de algunos criterios son difíciles de medir, por lo que los criterios se evalúan por comparación entre pares de herramientas. Pueden existir criterios que sean valorados en términos absolutos, como es el coste. Se debe valorar la importancia relativa de cada criterio en términos de su contribución al logro del objetivo general, y debe estar basada en el modelo de objetivos y criterios.

Finalmente, un equipo diverso de evaluadores califica cada uno de los criterios, para analizar y discutir la selección.

3.2.4. An evaluation method for Business Process Management Products

[Koster 2009] y [Koster et al. 2010] presenta un marco para evaluación de productos BPM que se utiliza para desarrollar un método de evaluación abierto y objetivo, basado en el ciclo de vida de la gestión de los procesos de negocio y consistente en un conjunto de criterios, un caso de prueba y un esquema de calificación. Posteriormente, los autores evalúan el método propuesto aplicándolo a tres suites BPM, demostrando que la aplicación del mismo permite una

comparación rigurosa de los productos de acuerdo a diferentes criterios, permitiendo una evaluación enfocada hacia los criterios relacionados con objetivos o características concretas.

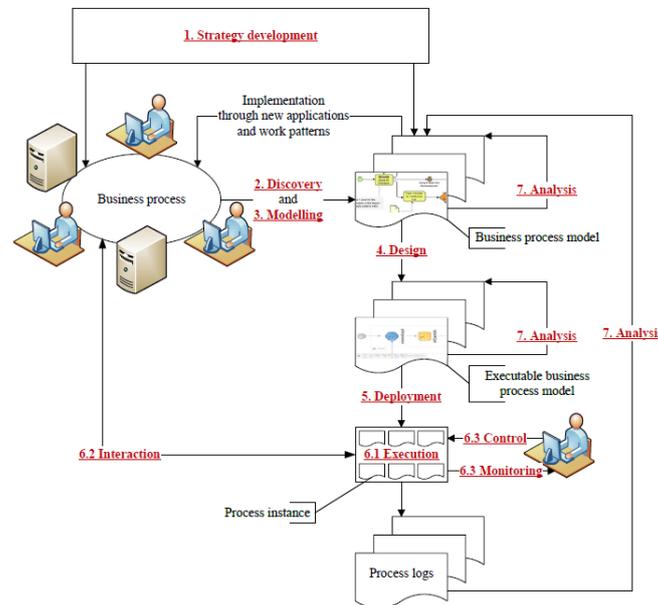


Figura 33. Ciclo de vida de BPM [Koster 2009]

El autor, a través del estudio de la literatura relacionada, proponen un marco para BPM basado en su ciclo de vida, que se compone de las siguientes fases, tal y como se muestra en la Figura 33:

- **Fase de Desarrollo de la estrategia.** Se desarrollan los objetivos de la organización y una descripción de alto nivel de los procesos de negocio, que pueden ser vinculados a los objetivos estableciendo *Indicadores Clave de Rendimiento* (KPI).
- **Fase de Descubrimiento.** Detalla los procesos de negocio de alto nivel en procesos de grano más fino, mediante la observación del modo de trabajo actual de la organización y el desarrollo de modelos de proceso de negocio (informales o incompletos). Los procesos de negocio implícitos se identifican a partir de patrones de trabajo y las aplicaciones software que los soportan. Los procesos de negocio se pueden hacer explícitos manualmente (mapeo de procesos) o automáticamente (minería de procesos). Un paso adicional de esta fase es el modelado de la arquitectura de procesos, donde los procesos de negocio individuales son enlazados entre sí.
- **Fase de Modelado.** Los modelos informales o incompletos resultantes de la fase anterior son modelados en un lenguaje de modelado de procesos de negocio formal. Se producen diferentes modelos alternativos que pueden ser comparados en la fase de análisis. Además, los objetivos vinculados a los procesos de alto nivel deben ser expandidos en objetivos y KPIs aplicados a los procesos de negocio individuales. Los modelos formales también pueden ser utilizados como entrada de esta fase una vez de a ejecutado por primera vez. Finalmente se selecciona una de las alternativas modeladas, que puede implementarse con soporte parcial de TI o sin soporte.

- *Fase de Diseño.* Esta fase se introduce cuando un modelo de proceso de negocio necesita soporte de TI. Este modelo se transforma en un modelo ejecutable, al que se le puede configurar los KPI necesarios para cumplir con los *Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)*. También se añaden al modelo ejecutable controladores de excepciones para tolerar fallos, elementos de integración con otros sistemas, interfaces de usuario, asignación de roles y permisos a las actividades, etc.
- *Fase de Despliegue.* Esta fase asegura que los nuevos procesos se han extendido a todos los participantes, a los que se les informa que el nuevo proceso de negocio está disponible para su ejecución en la infraestructura técnica del entorno BPM (aplicaciones, servicios, portales, etc.).
- *Fase de Operación.* Consta de tres sub-fases; ejecución de los procesos, interacción entre usuarios y procesos de negocio y seguimiento y control de los procesos
 - *Ejecución.* Se ejecutan los modelos mediante la creación de instancias del proceso. En esta fase se gestionan las instancias de los procesos y se asegura que no se pierden datos o que la instancia está siendo ejecutada por el usuario, aplicación o servicio correcto. Los fallos producidos durante la ejecución de las instancias se resuelven automáticamente en esta fase. Si la resolución de un fallo necesita la intervención humana, el tratamiento de fallos se transfiere a la fase de interacción.
 - *Interacción.* Los usuarios interactúan con los procesos de negocio en ejecución puesto que algunas actividades lo requieren.
 - *Seguimiento y control.* Fase necesaria para mantener la salud de los procesos y la infraestructura técnica en la que se ejecutan. En el primer caso, se controlan los procesos en sí mismos y su ejecución. En el segundo, es necesario identificar y resolver las causas técnicas de las operaciones anormales de los procesos. La monitorización puede ser activa o pasiva.
- *Fase de Análisis.* Las técnicas de análisis pueden ser utilizadas en diferentes fases. Incluyen técnicas de verificación, simulación y cuantificación, y varían dependiendo de la fase en que se utilizan. La verificación comprueba la exactitud del modelado del modelo (ejecutable) del proceso contra la semántica del lenguaje de modelado usado, si este es un lenguaje de modelado de procesos ejecutable. La simulación se utiliza para asegurar que un modelo (ejecutable) se comporta como se esperaba y para evaluar la capacidad de cumplir con ciertos requisitos, niveles de servicio y utilización de recursos. También se puede realizar un análisis de los datos históricos de ejecución de los procesos de negocio. La cuantificación sirve para identificar recursos ajenos o posibles objetivos de mejora.

Para cada una de las fases, los autores realizan una extracción de criterios de evaluación a partir del marco anterior, aunque debido a restricciones de tiempo, seleccionan un subconjunto de estos para su método de evaluación, que posteriormente ponen a prueba mediante la aplicación a un caso práctico. Además, describen la información de los criterios seleccionados, información sobre cómo evaluar cada criterio y la manera de sumar todos los puntos para obtener una calificación general de los productos BPM evaluados.

Además de las restricciones temporales, los autores descartan otros criterios de evaluación debido a que requieren tener disponible una infraestructura organizacional completa para

poder evaluarlos, como por ejemplo, algunos requisitos de integración, de modelado, etc. Otros requieren de amplios conocimientos de ciertas materias, como por ejemplo, criterios de establecimientos de KPI relacionados con SLA, manejo de excepciones, etc.

Los criterios de evaluación seleccionados por los autores para el método propuesto corresponden a las fases de modelado, diseño, interacción y seguimiento y control del ciclo de vida de BPM.

3.2.5. BPM Tool Selection: The Case of The Queensland Court of Justice

En [Davies, Reeves 2010] se presenta un artículo donde se exponen las experiencias del Departamento de Justicia de Queensland, del gobierno de Australia, en la selección de una herramienta BPM para soportar sus actividades de modelado, análisis y diseño de procesos, dentro del programa Futuros Tribunales. El artículo expone los criterios de evaluación que se utilizaron, adaptados a su contexto organizacional, el proceso seguido para encontrar una colección reducida de herramientas candidatas para la evaluación, y una discusión sobre los resultados obtenidos con los criterios establecidos.

El artículo se presenta como una guía orientativa sobre como estructurar y realizar una evaluación de herramientas BPM desde la perspectiva del usuario empresarial, proporciona sugerencias sobre métodos para la identificación de herramientas candidatas para la evaluación (a través de estudios de mercado, visitas in situ, recopilación de recomendaciones de las experiencias de otras organizaciones, etc.). También pone en relieve la necesidad de que los proveedores de herramientas BPMS intente comprender mejor las necesidades variables de las organizaciones sobre todo el espectro de BPM, para proporcionar información precisa para el mercado adecuado de manera que los usuarios empresariales potenciales o los clientes puedan entender.

El artículo se centra en la evaluación y selección de herramientas que proporcionen las funcionalidades necesarias para la captura, diseño y simulación de procesos de negocio, para el modelado de procesos de negocio e información relacionada con los procesos, es decir, herramientas de Análisis de Procesos de Negocio (BPA). Se descarta la evaluación de productos BPMS porque cubren más funcionalidades de las necesarias en este contexto.

3.2.5.1. Proceso de evaluación

El proceso de evaluación contaba con restricciones temporales y de recursos, por lo que los requisitos y criterios de evaluación fueron derivados desde una perspectiva global, teniendo en cuenta la las necesidades de todos los grupos de interés internos en su conjunto, pero en particular, las requeridas como mínimo para alcanzar los objetivos del programa.

El proceso de evaluación y selección de herramientas BPA seguido se compone de los siguientes pasos:

1. Establecimiento de los requisitos y criterios de evaluación.
2. Identificación de las herramientas candidatas.
3. Análisis de las herramientas y resultados.
4. Recomendaciones derivadas.

El proceso de evaluación sigue un enfoque basado en un modelo de calificación ponderada, donde los criterios de evaluación establecidos más importantes son:

- Capacidad de diccionario de datos/glosario para cumplir con el requisito de desarrollar la Arquitectura de la Información.
- Soporte completo de BPMN, ya que esta es la notación de modelado elegida porque soporta la descomposición de procesos. Además, los modelos existentes creados dentro del CPIP (Continual Process Improvement Program) se encuentran en esta notación.
- Posibilidad de personalizar la herramienta de acuerdo con las directrices y estándares de modelado.
- Soporte a la captación y vinculación de reglas de negocio a las tareas de negocio para que los informes que comprenden estos pueden producirse fácilmente en línea con los requisitos de la gestión del registro.
- Necesidad de control de versiones y capacidad de acceso de los clientes mediante la red a un repositorio central, preferentemente con el backend SQL Sever, ya que nuestros proyectos son grandes y complejos con múltiples usuarios concurrentes del modelo.
- Necesidad de permitir diferentes niveles de acceso y vistas sobre los elementos del repositorio para la seguridad y complejidad reducida, en función del tipo de usuario.
- Proveedores que estén fácilmente disponibles para venir a proporcionar asistencia, cursos y materiales de capacitación, y que puedan proporcionar el nivel de formación que nos permita ser autosuficientes en el uso y personalización de la herramienta, así como para generar informes personalizados según las necesidades.
- De acuerdo con todos los requisitos del gobierno y otros programas relacionados, plataformas y herramientas en el departamento.
- El coste esté dentro del presupuesto.
- Fuertes perspectivas de futuro para la herramienta, con un historial probado y un plan establecido y visión de futuro.

Para la identificación de las herramientas candidatas, el proceso de evaluación propuesto recurrió a estudios de investigación y resúmenes de mercado, como son:

- Business Process Trends, boletines y artículos sobre herramientas BPM.
- Informes de Gartner, Magic Quadrant for Business Process Analysis Tools.
- Informes de The Forrester Wave, Business Process Modeling Tools.

Además, se solicitó el aporte de las experiencias de la BPM Roundtable (una comunidad australiana sobre prácticas de BPM) con herramientas BPA siguiendo los criterios de evaluación propuestos.

3.3. Conclusiones

Como se ha podido ver a lo largo del capítulo, los análisis presentados por Gartner, Forrester y Ovum, aparte de ser sustancialmente costosos, se centran en soluciones comerciales proporcionadas por proveedores fuertemente posicionados en el mercado de las TI, que no tienen por qué ser exclusivamente proveedores de BPMS, y no incluyen los productos de código abierto, que en algunos casos, presentan grado de madurez que está a la altura de muchos de los productos comerciales.

Cabe destacar que el único análisis de los publicados por estas empresas que tiene en cuenta para su evaluación una solución de código abierto, que es Bonitasoft, es el presentado en [Ovum 2011], pero en análisis posteriores ya no está incluida.

Estos análisis no proporcionan información acerca de los criterios de evaluación utilizados, más allá de los meramente concernientes a un análisis de mercado. Simplemente citan una escueta lista de características y tecnologías que deben incorporar las BPMS. Este es el caso de los Cuadrantes Mágicos de Gartner.

En el caso de Forrester, se realiza una segmentación del mercado en función de lo que consideran los tres casos de uso de BPM más comunes: Gestión Dinámica de Casos (DCM suites), flujos de trabajo humano (BPMS suites) y procesamiento directo (Integration suites). De nuevo, es especifican unos criterios de alto nivel que no permiten determinar los detalles de los mismos.

Los análisis de Ovum tampoco permiten determinar el detalle de los criterios de evaluación utilizados en sus análisis, ya que solamente especifican unos grupos de criterios de alto nivel en cuanto a las tecnologías que deben implementar las BPMS y las características de ejecución del producto.

Trabajos como el de [Miers, Harmon 2005], aunque también consideran algunos criterios referentes al mercado y los proveedores, se centran principalmente en detallar los criterios de evaluación basándose en una arquitectura para BPMS hipotética, especificando un conjunto de características clave que deben presentar cada uno de los componentes de dicha arquitectura.

En [Nie et al. 2008], no presentado aquí, se realiza una comparativa entre dos BPMS de código abierto mediante el establecimiento de un marco comparativo complejo, que especifica algunas de las características de las diez áreas funcionales que identifican como necesarias para un BPMS pero no detalla los criterios de evaluación.

Otros trabajos, como el presentado en [Wohed et al. 2007], se centran evaluar las BPMS en relación con los patrones de flujo de trabajo, de datos y recursos que incorporan. Estos criterios de evaluación pueden resultar útiles para determinar el grado de compatibilidad con estos patrones que presentan algunos de los componentes principales de BPMS, aunque puede perder sentido si se tiene en cuenta que BPMN se ha convertido en el lenguaje estándar para el modelado y ejecución de procesos de negocio, que implementa muchos de esos patrones.

[Štemberger et al. 2009] presenta un método de evaluación basado en la identificación de los requisitos del proyecto BPM y el establecimiento de relaciones entre estos y los criterios de

evaluación, extraídos de la literatura relevante. No define unos criterios concretos pero propone su identificación basándose en las características esperadas para una BPMS.

Otros como el presentado en [Davies, Reeves 2010], simplemente proponen un método de evaluación basado en un caso práctico sobre la evaluación de las características de modelado, detallando los pasos seguidos en el proceso de selección de una BPMS y describiendo brevemente los criterios utilizados para la evaluación, que son muy específicos del caso concreto.

El marco comparativo propuesto en [Koster 2009] permite evaluar las soluciones BPM de una manera objetiva, mediante el análisis científico de las características y funcionalidades que deben proporcionar para cumplir las especificaciones propuestas en la gestión de procesos de negocio, dando una cobertura completa a todo el ciclo de vida de los procesos de negocio.

Solamente este último trabajo es un método de evaluación objetivo y abierto, que detalla los criterios de cada una de las características del ciclo de vida de BPM. Aunque no presenta una lista exhaustiva de criterios, puede ser completado con detalles de otros trabajos como [Miers, Harmon 2005] y [Štemberger et al. 2009], o con criterios concretos.

Son métodos que pueden ser aplicados para la evaluación tanto a herramientas comerciales como de código abierto y, aunque las suites BPMS han evolucionado durante estos últimos años y no cubren los criterios correspondientes a las nuevas características aparecidas, pueden ser utilizados como base para la definición de un marco de evaluación para este tipo de productos software.

Por lo tanto, nos proponemos desarrollar un marco comparativo abierto para soluciones BPMS que siga las bases marcadas por los trabajos comentados, revisando, completando y actualizando los criterios propuestos en los mismos con las características definidas para la nueva generación de BPMS, y con características que permiten tener en cuenta otros aspectos no relacionado con BPM, pero que pueden ser de peso a la hora de evaluar y seleccionar una herramienta BPMS.

Este método puede ser utilizado por las organizaciones que tengan planeado implementar algún tipo de iniciativa BPM, porque permite centrarse solamente en la evaluación de las características concretas del proyecto BPM, permitiendo una comparación rápida de las herramientas candidatas. También permite a los proveedores de BPMS realizar una autoevaluación de su producto para comprobar las bondades y carencias que presenta respecto a los de sus competidores y poder mejorarlo.

Marco de evaluación	Ventajas	Inconvenientes
Gartner Magic Quadrant	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de evaluación de mercado bien definidos y detallados • Criterios de selección de proveedor detallados • Define los principales componentes de un BPMS 	<ul style="list-style-type: none"> • No detalla criterios de evaluación de BPMS (públicamente) • Poco detalle para los componentes BPMS identificados • No incluyen BPMS de código abierto

The Forrester Wave	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de evaluación de mercado detallados • Criterios de selección de proveedor detallados • Nombra grupos de características de BPMS 	<ul style="list-style-type: none"> • No detalla criterios de evaluación BPMS (públicamente) • Define pocos componentes para BPMS • Grupos de características sin detalle • No incluyen BPMS de código abierto
Ovum Decision Matix	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de selección de proveedores, inclusión y exclusión detallados • Definición de grupos de características de BPMS 	<ul style="list-style-type: none"> • No detalla criterios de evaluación de BPMS (públicamente) • Grupos de características muy poco detalladas • No incluyen BPMS de código abierto
[Miers, Harmon 2005]	<ul style="list-style-type: none"> • Define las principales características y componentes de un BPMS • Considera características de tamaño y posición en el mercado de proveedores • Considera los costes de adquisición 	<ul style="list-style-type: none"> • No especifica criterios de evaluación concretos • Solamente proporciona una visión general de cómo abordar una evaluación de BPMS
[Wohed et al. 2007]	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación basada en patrones de control de flujo, recursos y datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de evaluación delimitados al cumplimiento de los patrones • No define un marco comparativo completo para BMPS
[Nie et al. 2008]	<ul style="list-style-type: none"> • Define los componentes principales de un BPMS • Presenta algunos criterios de esos componentes 	<ul style="list-style-type: none"> • No detalla criterios de evaluación de BPMS
[Štemberger et al. 2009]	<ul style="list-style-type: none"> • Conecta criterios de selección con los objetivos organizacionales y factores críticos de éxito • Método de evaluación basado en el proceso de análisis jerárquico (AHP) 	<ul style="list-style-type: none"> • No detalla criterios de evaluación de BPMS • Método de evaluación pesado si hay varios productos a evaluar (comparación entre pares)
[Koster 2009]	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de evaluación bien definidos para el ciclo de vida • Basado en literatura relevante 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de evaluación centrado solamente en cuatro fases del ciclo de vida definido • No tiene en cuenta conceptos importantes en BPMS, como BPMN • Algunos de los criterios han quedado obsoletos
[Davies, Reeves 2010]	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de evaluación para los componentes de modelado bien definidos (BPA) 	<ul style="list-style-type: none"> • No define un marco comparativo completo para BMPS

Tabla 1. Resumen ventajas e inconvenientes de los marcos comparativos estudiados

4. Marco comparativo

BPMS es una categoría de producto madura y bien establecida, por lo que las tecnologías y funcionalidades incluidas en este tipo de productos tienden a ser similares. La diferenciación entre los productos BPMS se basa en cómo se han integrado estas tecnologías, cómo se han implementado las funcionalidades y la experiencia de usuario resultante. Estas diferencias son más pronunciadas cuando el producto se evalúa en su conjunto como un todo.

El análisis de la literatura relevante sobre la gestión de procesos de negocio, su ciclo de vida y las soluciones tecnológicas que les dan soporte, presentadas en el Capítulo 2, junto con el análisis de otros marcos comparativos, tanto comerciales como de otra índole, para la evaluación de este tipo de productos, presentado en el Capítulo 3, forman la base para el desarrollo del marco comparativo propuesto para la evaluación de sistemas de gestión de procesos de negocio.

Para cada una de las fases del ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio, el marco comparativo establece unos criterios de evaluación bien definidos, extraídos del estudio de la literatura más reciente, puesto que el campo de la gestión de procesos de negocio ha experimentado una creciente evolución en esta última década, introduciendo nuevos conceptos y características que ayudan a las organizaciones a gestionar los procesos de negocio de manera más ágil, eficiente y eficaz.

Estos criterios permiten evaluar cuantitativamente tanto los aspectos intrínsecos, inherentes a la gestión de procesos de negocio y su automatización, como los aspectos más prácticos relacionados, por ejemplo, con la usabilidad de las herramientas que conforman el entorno de desarrollo o el entorno de producción o con características de rendimiento. Adicionalmente, se añade un conjunto de criterios de evaluación que permiten caracterizar los productos BPMS desde una perspectiva de mercado, ayudando a cuantificar las capacidades de soporte que el proveedor o comunidad de desarrollo da al producto. Estos criterios permiten contemplar tanto aspectos funcionales como no funcionales.

El marco comparativo presenta un método de evaluación de aplicación relativamente sencilla y rápida. El método de evaluación está basado en el estudio de la documentación de los sistemas BPM bajo comparación, con lo que se pueden evaluar muchos de los criterios definidos en el marco, y en la aplicación de un caso de prueba a estos sistemas, con lo que se evalúan los criterios de carácter práctico.

El caso de prueba no se ha incluido como parte del método de evaluación para dar más libertad al usuario que utilice el marco comparativo a realizar la evaluación con el caso de prueba que más le convenga.

Para cada una de las fases del ciclo de vida han representado gráficamente las actividades realizadas en cada una de ellas, utilizando el lenguaje de modelado estándar Business Process Modelling Notation (BPMN).

4.1. Criterios de evaluación

4.1.1. Identificación

En esta fase se realizan dos actividades paralelas, en las que se realiza un análisis de los objetivos de negocio estratégicos de la organización y de los procesos de negocio de alto nivel, y a continuación, se realiza en enlace entre los objetivos y los procesos de negocio, tal y como se puede ver en la Figura 34.

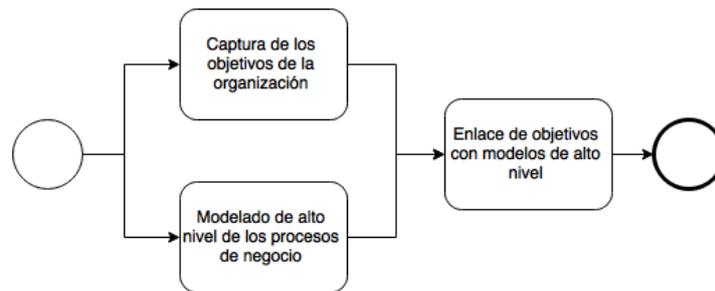


Figura 34. Actividades de la fase de Identificación

4.1.1.1. Captura de objetivos estratégicos

Por una parte, los objetivos estratégicos de la organización deben ser capturados y documentados. Esto incluye la identificación de los objetivos, de los factores críticos de éxito, de los participantes y personas interesadas en el proceso de negocio, de los requerimientos, de las métricas de rendimiento, etc. [Ballard et al. 2006] [Mathiesen et al. 2012].

4.1.1.2. Modelado de alto nivel

Por otra parte, los procesos de negocio de alto nivel deben ser identificados y representados mediante modelos semi-formales con alguna notación gráfica para hacerlos explícitos [Koster 2009] [Chen 2012]. Adicionalmente, se deben identificar las dependencias entre los procesos de negocio [Weske 2012]. La identificación de los procesos de negocio de alto nivel y sus dependencias permite inventariar dichos procesos para establecer la arquitectura o jerarquía de procesos.

4.1.1.3. Enlace de objetivos y modelos de alto nivel

Para asegurar que los procesos de negocio están alineados con los objetivos estratégicos de la organización, se deben enlazar mediante la definición de las métricas de procesos, es decir, los indicadores clave de rendimiento (KPI) [Jeston, Nelis 2006], que en fases posteriores permiten medir el grado de alcance de los objetivos mediante la ejecución de los procesos de negocio [Hammer 2010] [Dumas et al. 2013].

Por lo tanto, un verdadero sistema de gestión de procesos de negocio debería permitir capturar todos estos aspectos de la organización mediante un modelo multidimensional enriquecido, como puede ser el *Enterprise Process Model* (EPM), que permite representar gráficamente los procesos (principales, de gobierno y de soporte) de una organización, mostrando sus relaciones con otros procesos, prioridades, personas interesadas, métricas, etc. [Hammer 2010]. En la Figura 35 se puede ver un ejemplo de un modelo de procesos empresarial.

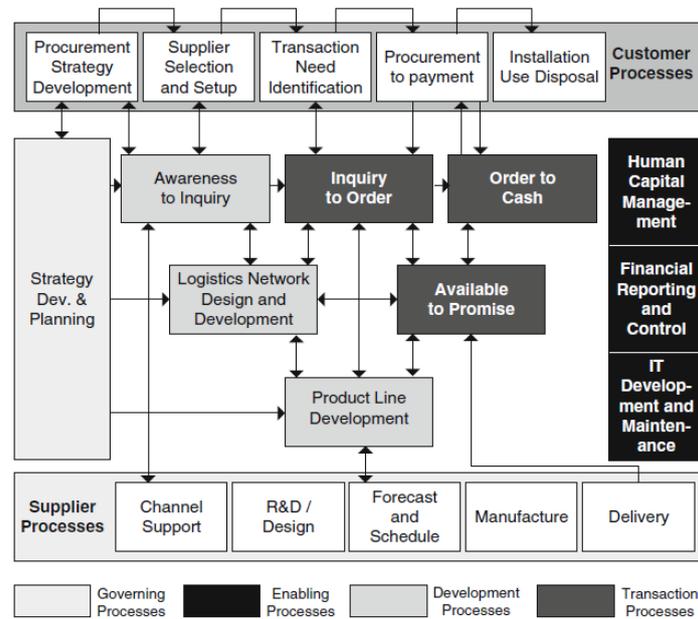


Figura 35. Ejemplo de modelo de procesos empresarial (EPM) [Hammer 2010]

En este sentido, no existe todavía ninguna notación o arquitectura estándar para la representación de los objetivos, procesos de alto nivel o cuántos niveles de detalle son apropiados [Hammer 2010], por lo que también pueden ser consideradas otras formas de representación, como por ejemplo, los cuadros de mando para la captura de objetivos estratégicos [Koster 2009], los diagramas de cadenas de valor añadido, Figura 36, [Weske 2012], los modelos de arquitectura de procesos de negocio [Smith, Fingar 2006], para representar los procesos de negocio de alto nivel y sus relaciones, modelos *Enterprise Knowledge Development* (EKD) [Russell 2007], que presentan un enfoque orientado a objetivos que integra diferentes vistas del negocio, o el *Business Motivation Model* (BMM), que proporciona un esquema o estructura para desarrollar, comunicar y gestionar planes de negocio de manera organizada independientemente de la metodología, mostrado en la Figura 37 [OMG 2015b], entre otros.

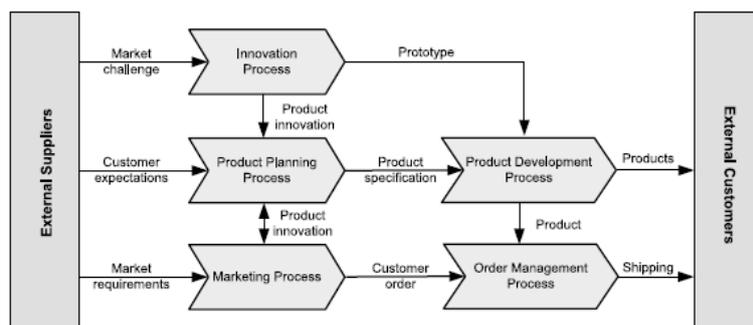


Figura 36. Diagramas de cadenas de valor añadido

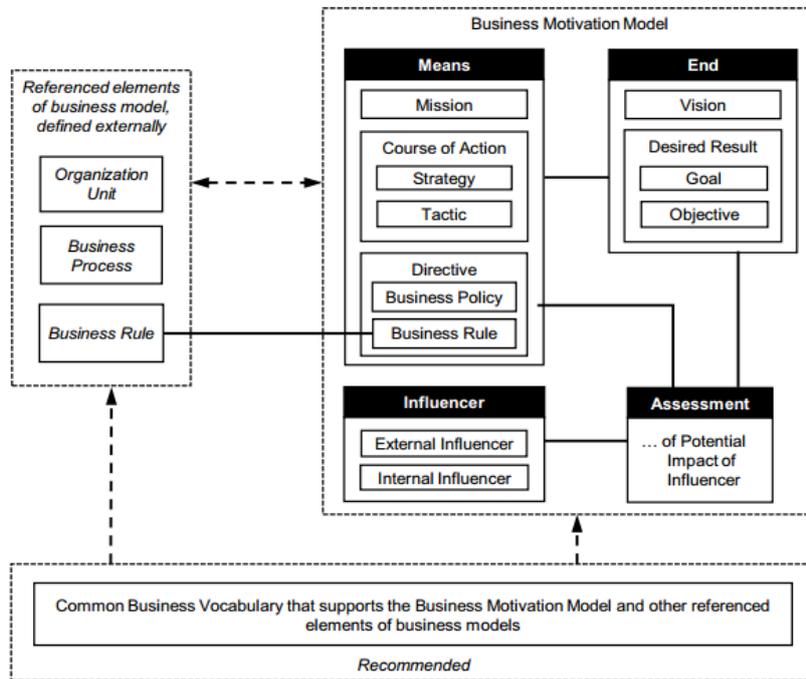


Figura 37. Vista general del Business Motivation Model (BMM) [OMG 2015b]

4.1.1.4. Criterios de evaluación

En la Tabla 2 se detallan los criterios de evaluación definidos para la fase de Identificación.

Característica	Referencia	Descripción
Captura de objetivos estratégicos	ID#1.1	Soporte para capturar los objetivos estratégicos de la organización (por ejemplo, mediante cuadros de mando)
	ID#2.1	Soporte para capturar otros aspectos relevantes como las métricas de rendimiento, factores críticos de éxito, personas interesadas, etc.
Modelado de alto nivel	ID#3.1	Soporte para la creación de modelos de procesos de negocio de alto nivel (por ejemplo, mediante diagramas de cadena de valor añadido)
Enlace objetivos y procesos	ID#4.1	Soporte para la creación del modelo de arquitectura de procesos (por ejemplo, mediante los EPM, modelos BPA, modelos BMM, EKD o mediante diagramas de cadena de valor añadido)

Tabla 2. Criterios de evaluación de la fase de Identificación

4.1.2. Definición

En esta fase, los procesos de negocio de alto nivel identificados en la fase anterior son analizados en detalle para describirlos mediante una notación gráfica, utilizando técnicas de modelado para hacerlos explícitos [Weske 2012]. También se puede reutilizar modelos de procesos de negocio

existentes para que sean utilizados en el nuevo modelo de proceso de negocio. Estos procesos deben ser almacenados en un repositorio de modelos de procesos de negocio, similar a un repositorio de componentes, que permite almacenar las definiciones de los procesos de negocio y sus diferentes versiones [van der Aalst, van Hee 2002] [Gartner 2007]. Adicionalmente, se añaden al modelo otras características necesarias para completar su definición, como los indicadores clave de rendimiento, las reglas de negocio, los roles asociados, etc. [Harmon 2010]. Después, los modelos son validados, simulados y si fuera necesario se puede volver a la actividad de modelado para realizar los cambios necesarios para mejorar los procesos y optimizarlos. Normalmente, las herramientas que dan soporte a las actividades realizadas durante esta fase son las llamadas herramientas de *Business Process Analysis (BPA)* [Davies, Reeves 2010]. Las actividades realizadas durante esta fase se muestran en la Figura 38.

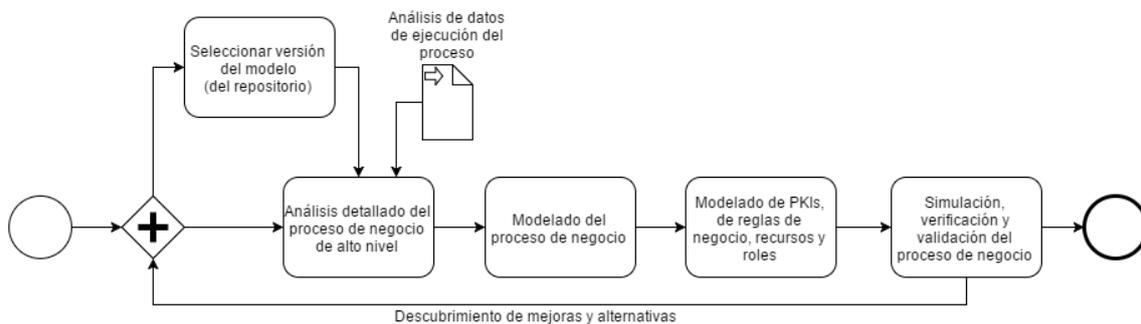


Figura 38. Actividades de la fase de Definición

4.1.2.1. Análisis y modelado

Al inicio de esta fase, los procesos a modelar pueden ser o bien los procesos de alto nivel identificados en la fase anterior, que tienen que ser definidos detalladamente, o bien procesos modelados previamente, almacenados en un repositorio de procesos, sobre los que hay que iterar para optimizarlos y mejorarlos utilizando el análisis de la información extraída durante la fase de monitorización, que aportan datos sobre las métricas y KPIs definidos en los modelos [Smith, Fingar 2006].

La definición de los modelos se realiza mediante algún lenguaje de modelado formal, como los mostrados en la Tabla 3.

Organización	Estándar para definición de procesos de negocio	Versión actual	Fecha última versión
WfMC	XML Process Definition Language (XPDL)	2.2	08/2012
OASIS	Business Process Execution Language (BPEL4WS, WS-BPEL o BPEL)	2.0	04/2007
	BPEL4People (Basado en WS-HumanTask)	1.1	08/2010
OMG	Business Process Model and Notation (BPMN)	2.0.2	12/2013
	Case Management Model and Notation (CMMN)	1.0	02/2014
YAWL Foundation	Yet Another Workflow Language (YAWL)	3.0a	09/2014

Tabla 3. Estándares para modelado de procesos de negocio

No entraremos aquí a analizar cada uno de los lenguajes de modelado en profundidad. Para el marco de evaluación propuesto consideraremos como principal criterio el soporte a BPMN 2.0 [OMG 2013], puesto que se ha sido ampliamente adoptado como lenguaje de modelado para BPM tanto en la industria como a nivel académico [Russell 2007] [Hitpass et al. 2011], y que finalmente en 2013 ha sido adoptado como estándar por la Organización Internacional de Estandarización (ISO), ISO/IEC 19510:2013 [ISO 2013]. BPMN 2.0 surge de la fusión y evolución de las versiones anteriores de BPMN, que proporciona un lenguaje de modelado de procesos de negocio robusto, con Business Process Definition Metamodel (BPDM) [OMG 2008b], un metamodelo de BPMN para proporcionar un modelado independiente de la plataforma (PIM) para BPM, que soporta el modelado de coreografías y el formato estándar de intercambio de metadatos en XML (XMI) (ISO/IEC 19509:2014) [ISO 2014], permitiendo el intercambio de modelos BPMN entre diferentes herramientas [Cummins 2009].

Aunque algunas herramientas son capaces de representar los modelos definidos con BPEL [OASIS 2007] de forma gráfica. BPEL es un estándar para automatización de procesos que no cuenta con una simbología gráfica propia, pero permite la especificación tanto de modelos abstractos como de modelos ejecutables [Freund et al. 2014]. Por otra parte, XPD [WfMC 2012] está muy arraigado a las tecnologías de flujos de trabajo, basado en el Workflow Process Definition Language (WPDL), que fue definido como un formato de intercambio de definiciones de procesos entre productos BPMS [Chang 2006]. La versión más reciente de XPD soporta representación gráfica y esencialmente es una analogía directa con BPMN [Russell 2007]. Otros lenguajes de modelado para procesos de negocio que se pueden considerar son los Diagramas de Actividad (AD) de UML [Dumas et al. 2001] [Becker et al. 2010], Event-driven Process Chains (EPC) [Becker et al. 2010] [Ouyang et al. 2010], Redes Petri [van der Aalst, van Hee 2002] o Yet Another Workflow Language (YAWL) [YAWL 2014] entre otros. En [Leymann et al. 2010] se puede encontrar un extenso análisis sobre los estándares relacionados con la gestión de procesos de negocio.

Estos modelos de procesos integran varios dominios de modelado, como el modelado de funciones, de datos, de organización, de recursos, de reglas de negocio, KPIs, y el modelado de integración con los sistemas información [Lind, Seigerroth 2010]. Las suites de BPM actuales suele proporcionar un entorno de modelado/desarrollo que cubre tanto la fase de Definición como la fase de Diseño de los modelos de procesos de negocio. Por lo tanto, el entorno de desarrollo debe proporcionar diferentes perspectivas y vistas del modelo de proceso de negocio, como son la perspectiva organizacional, la funcional, la de comportamiento y la de información [Koster 2009] [Davies, Reeves 2010].

Para soportar la definición de modelos para la gestión dinámica de casos, se puede plantear un flujo de actividades como el mostrado en la Figura 38. La gestión dinámica de casos es un concepto introducido en las iBPMS recientemente [Gartner 2012a] [Khoshafian 2014] y, debido a restricciones temporales, solamente consideraremos para nuestro método de evaluación el soporte para la actividad de modelado de gestión de casos mediante el lenguaje estándar CMMN [OMG 2014], que también se ha incluido en la Tabla 3.

4.1.2.2. Indicadores clave de rendimiento

La siguiente actividad consiste en añadir al modelo de proceso de negocio definido las métricas de rendimiento, KPIs, las reglas de negocio, datos, roles, así como otra información relevante para la definición del proceso de negocio.

Los indicadores clave de rendimiento medidos mediante una jerarquía en cascada, orientada a procesos y de rentabilidad, proporcionan una fuente valiosa para la traducción de los objetivos estratégicos a objetivos específicos de procesos y facilita el control efectivo de los procesos [van der Aalst, van Hee 2002]. Los KPIs pueden diferir en su naturaleza, incluyendo indicadores financieros, cualitativos, cuantitativos, de datos, basados en tiempo, y dependen de la dirección estratégica para el proceso empresarial específico [Rosemann, von Brocke 2010]. El sistema de gestión de procesos de negocio debería permitir capturar tanto las métricas a nivel de proceso como los KPIs organizacionales, incluyendo los niveles de rendimiento actuales y esperados [Hammer 2010]. Para cada KPI, se deben definir como mínimos los siguientes aspectos [Weske 2012]:

- El objetivo de negocio al que contribuye el KPI
- Nombre y tipo de dato
- Algoritmo que define exactamente cómo medir el KPI
- Valor objetivo del KPI
- Márgenes del objetivo inferior y superior que definen un margen del rendimiento previsto

4.1.2.3. Reglas de negocio

Otro aspecto que debe ser tenido en cuenta cuando se modelan los procesos de negocio es el modelado de las reglas de negocio.

Las reglas de negocio permiten expresar los requisitos respecto a lo que se requiere sin necesidad de definir los detalles de dónde y cómo se aplican en la operación del negocio. Una especificación y gestión eficaz de las reglas de negocio asegura la coherencia y el cumplimiento de las políticas de negocio en las prácticas operacionales [Cummins 2009]. Las reglas de negocio también pueden soportar la toma de decisiones complejas en las que no se programan explícitamente todos los resultados posibles [Harmon 2010] [Gartner 2012a], para la resolución de roles, para asignación de tareas y recursos o para la resolución de transiciones entre tareas del proceso [Chang 2006].

En los modelos de procesos de negocio, las reglas de negocio ayudan a controlar el comportamiento del proceso y restringir la estructura del mismo. Estas reglas de negocio pueden ser modeladas de forma implícita, introduciendo restricciones y condiciones directamente en el modelo, o de forma explícita, donde las reglas de negocio son modeladas como referencias a definiciones externas de las reglas [Koster 2009], lo que facilita y simplifica la realización de cambios en las reglas de negocio y políticas de la organización con independencia de los procesos de negocio [Bajwa et al. 2010].

Las reglas de negocio pueden ser especificadas de forma variada, como expresiones matemáticas, lógicas, con lenguajes de programación, o mediante el lenguaje natural siguiendo ciertos formalismos, facilitando su definición e interpretación y evitando ambigüedades [Cummins 2009]. Un ejemplo de especificación de reglas de negocio es *Semantics of Business Vocabulary and Rules (SBVR)* [OMG 2015d], que permite una representación formal de reglas de negocio especificadas en lenguaje natural, lo que permite su procesamiento informatizado para analizar su consistencia o su representación en otros lenguajes como OCL [Bajwa et al. 2010]. Una perspectiva más amplia sobre los estándares existentes para la especificación de reglas de negocio se puede encontrar en [Hall 2010b].

El entorno de desarrollo debe proporcionar herramientas que permitan modelar estas reglas de negocio, preferiblemente mediante un entorno gráfico que permita la definición de las reglas sin tener que codificar. Algunos productos, en vez de ofrecer un entorno gráfico, ofrecen un entorno de programación que permite incluir la lógica del negocio en las actividades de los procesos [Chang 2006].

Las reglas de negocio constituyen en sí mismas toda una disciplina que ha dado lugar a un nicho de mercado específico de productos [Hendrick et al. 2012], llamados *Business Rules Management Systems (BRMS)*, que pueden operar independientemente de los BPMS, y proporcionan un conjunto de herramientas para gestionar el ciclo de vida de las reglas de negocio, gestionar las tomas de decisiones, los eventos complejos y otras características [Craggs, Safron 2013] [Gartner 2014b]. Por este motivo, resulta conveniente que el sistema de gestión de procesos de negocio cuente con capacidades de integración con sistemas de gestión de reglas de negocio externos, como por ejemplo OpenRules [Open 2015] o JBoss Drools [JBoss 2015a], que dispone de una versión con soporte empresarial [JBoss 2015b], de código abierto, Oracle Business Rules [Oracle 2015] o IBM Operational Decision Manager [IBM 2015], como productos comerciales.

4.1.2.4. Recursos y roles

Recurso es un término genérico utilizado para referirse a cualquier entidad que es requerida para producir un resultado en un proceso de negocio. Los recursos pueden ser humanos y no humanos, como materiales, documentos, sistemas de información, etc. Los recursos también pueden ser consumibles o reutilizables [Reijers 2003].

Los recursos humanos son el tipo de recursos reutilizables principal de una organización que ayudan a que los procesos funcionen de manera eficaz y eficiente, sin importar que estos procesos estén automatizados [Panagacos 2012]. En la gestión de procesos de negocio es una característica común el hecho de que la participación humana forma una gran parte de los recursos necesarios para su ejecución [Reijers 2003], aunque no siempre es necesaria, ya que pueden existir procesos de negocio totalmente automatizados [Russell 2007]. Los recursos humanos también son conocidos como usuarios, participantes o agentes.

Los deferentes lenguajes de modelado comentados anteriormente proporcionan soporte para modelar la participación de los recursos de la organización en los procesos de negocio. Los

participantes pueden ser roles, unidades organizacionales, grupos, individuos o sistemas, y son la entidad actual que ejecuta una actividad del proceso. En la definición de los participantes se puede incluir una referencia externa que apunta a un modelo organizacional o repositorio de recursos [Chang 2006].

Para el modelado de los procesos de negocio, es necesario que la suite tenga capacidades para gestionar jerarquías o modelos organizacionales que permitan asignar en el proceso a los usuarios y roles que deben intervenir en la ejecución del proceso [Miers, Harmon 2005]. También puede ofrecer facilidades para la integración con repositorios de identidades, como por ejemplo LDAP, existentes en la organización para utilizar la información de los roles, usuarios y grupos de la organización.

4.1.2.5. Verificación, simulación y validación

La verificación principalmente se refiere a la comprobación de las propiedades formales de un modelo, que puede realizarse sin conocer el proceso del mundo real. En este contexto, se puede distinguir entre propiedades estáticas y de comportamiento [Reijers 2010a]. Las propiedades estáticas están relacionadas con los tipos de elementos que son utilizados en el modelo y como se conectan entre ellos. Las propiedades de comportamiento están relacionadas con el inicio y finalización de los procesos de negocio. Es decir, mediante la verificación se realiza la comprobación de la corrección o exactitud del modelo en cuanto a la sintaxis y vocabulario del lenguaje de modelado [Reijers 2003]. La verificación permite detectar errores en la definición de los procesos de negocio, tales como bloqueos [van der Aalst et al. 2010].

La simulación es una técnica de análisis flexible que permite asegurar la calidad de los modelos de procesos de negocio, con la que se puede validar que el proceso expone el comportamiento deseado, es decir, la validación semántica del proceso [Reijers 2010a]. La simulación es un proceso similar a la depuración de aplicaciones en la ingeniería del software tradicional, en el que se ejecuta del proceso paso a paso [Ballard et al. 2006]. Se pueden detectar deficiencias en los procesos como flujos de ejecución no deseados [Weske 2012] [Gartner 2014b], cuellos de botella, cargas de trabajo, asignación de recursos, etc. Mediante la simulación de los procesos de negocio, se pueden computar los KPIs definidos en los mismos, tanto los actuales como los esperados, para predecir el comportamiento del proceso [van der Aalst, van Hee 2002].

La simulación de los procesos de negocio también puede dar lugar al modelado de procesos alternativos, para verificar diferentes comportamientos [Chang 2006], con la intención de mejorar la eficiencia y la calidad de los mismos, dando lugar a la primera iteración de optimización y mejoras del ciclo de vida de los procesos de negocio. Las herramientas de simulación deben permitir el análisis de los resultados obtenidos para detectar fallos, mejoras y alternativas en los procesos de negocio modelados [Ballard et al. 2006], medir características de rendimiento, los recursos involucrados, la probabilidad de las rutas de ejecución, etc. [Reijers 2010a], y la utilización de datos históricos de ejecuciones anteriores del proceso como fuente de datos para la simulación [Koster 2009].

Las herramientas de simulación y optimización de procesos, utilizan valores de los datos en tiempo real, históricos y estimados para detectar y sugerir oportunidades de optimización de los procesos [Miers, Harmon 2005]. Las herramientas de simulación deberían estar estrechamente integradas con el entorno de desarrollo para permitir ingeniería iterativa. Estas herramientas deben soportar análisis predictivo (económico y de riesgo), procesos concurrentes y simulación de reglas, un repositorio de simulación, algoritmos de optimización e ingeniería iterativa [Gartner 2007].

Aunque el análisis en profundidad de las técnicas de verificación, validación y simulación de procesos de negocio queda fuera del contexto del presente trabajo, cabe destacar la abundante literatura existente sobre estas materias, en la que se abordan diferentes técnicas, metodologías y marcos para realizar dichas tareas. Sirvan como ejemplo la referencias [Szpyrka et al. 2012], [Speck et al. 2012], [van der Aalst, van Hee 2010], [Reijers 2010] o [Namiri et al. 2007], entre otras.

4.1.2.6. Otras características

A continuación se detallan otras características que deben presentar el entorno de desarrollo y las herramientas que proporciona una suite de gestión de procesos de negocio:

- El entorno de desarrollo debe proporcionar herramientas de modelado de tipo arrastrar y soltar, que incluyen asistentes de proceso, plantillas y herramientas de desarrollo WYSIWYG para modelar e implementar todos los artefactos de un proceso [Davies, Reeves 2010] [Gartner 2014b].
- El entorno de desarrollo debe proporcionar herramientas colaborativas a los usuarios de negocio y TI para ayudar a cerrar la brecha de comunicación entre estos dos grupos de usuarios [Gartner 2007]. Estas herramientas incluyen colas de trabajo compartidas, portales de proyectos, desarrollo basado en roles, mensajería instantánea, blogs, wikis y tableros de anuncios de la comunidad [Mathiesen et al. 2012].
- Estas herramientas colaborativas han evolucionado hacia lo que se conoce como *Gestión de la Interacción Humana (HIM)* [Harrison-Broninski 2008], que soporta espacios de trabajo personalizados para los participantes y proporciona acceso interactivo a las tareas, contenidos y otros recursos [Harrison-Broninski 2010]. La experiencia de usuario (UX) se puede adaptar a la unidad organizacional o al individuo. Soporte web y multicanal, interfaces de usuario ricas, responsivas, con soporte nativo o basado en HTML5 para dispositivos móviles, capacidades de colaboración para ayudar a los participantes a intercambiar datos e ideas acerca de un proceso de manera flexible y controlada por el usuario [Gartner 2014b].
- Como se ha podido ver, queda patente la necesidad de disponer de un repositorio que permita almacenar y gestionar los artefactos y metadatos producidos durante esta fase del ciclo de vida de los procesos de negocio. El repositorio debe tener capacidades consulta, navegación y búsqueda, además de control de versiones o de seguridad [Gartner 2014b]. Los repositorios pueden estar soportados por bases de datos o por sistemas de control de versiones como Git o CVS.

4.1.2.7. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación definidos para la fase de Definición se muestran en la Tabla 3.

Característica	Referencia	Descripción
Modelado de procesos y casos	DE#1.1	Soporte completo al lenguaje de modelado BPMN 2.0
	DE#1.2	Soporte a otros lenguajes de modelado (por ejemplo, BPEL, XPDL, AD, Petri Nets, YAWL, etc.)
	DE#1.3	Soporte para la interoperabilidad mediante el formato estándar XMI
	DE#1.4	Soporte para la interoperabilidad entre diferentes lenguajes de modelado (importación/exportación de modelos de/a otros lenguajes y formatos)
	DE#1.5	Soporte al lenguaje de modelado de gestión dinámica de casos CMMN
	DE#1.6	Soporte para diferentes perspectivas y vistas de los modelos de proceso
Modelado de KPI	DE#2.1	Soporte para la gestión de diferentes tipos de KPIs
	DE#2.2	Soporte para definición de KPIs de proceso y de negocio
	DE#2.3	Soporte para modelo flexible de KPIs
Modelado de reglas de negocio	DE#3.1	Soporte para especificación de reglas en diferentes formatos y lenguajes (por ejemplo, SBVR)
	DE#3.2	Soporte para modelado gráfico de reglas
	DE#3.3	Soporte para modelado de reglas implícitas
	DE#3.4	Soporte para modelado de reglas explícitas
	DE#3.5	Soporte para integración con repositorio de reglas de negocio
	DE#3.6	Soporte para integración con sistemas de gestión de reglas de negocio externos
Modelado recursos y roles	DE#4.1	Soporte para gestión del modelo de usuarios, grupos y roles de la organización
	DE#4.2	Soporte para integración con gestor de identidades (por ejemplo, LDAP)
Verificación, simulación y validación de procesos	DE#5.1	Soporte para la verificación, simulación y validación de procesos de negocio
	DE#5.2	Soporte para el análisis y comparación de resultados de simulaciones
	DE#5.3	Soporte para utilización de datos históricos como fuente de datos para la simulación
Otras características	DE#6.1	Usabilidad de las herramientas de modelado, gestión de identidades, simulación, etc.
	DE#6.2	Soporte para el trabajo colaborativo en el entorno de desarrollo
	DE#6.3	Soporte para la gestión de la interacción humana (HIM) en el entorno de desarrollo
	DE#6.4	Soporte para integración con repositorio de procesos (por ejemplo, en base de datos, Git, SVN, etc.)

Tabla 4. Criterios de evaluación de la fase de Definición

4.1.3. Diseño

En esta fase se implementa en el modelo de proceso negocio la información técnica necesaria para que el modelo pueda ser desplegado y ejecutado en el sistema de gestión de procesos de negocio. Dependiendo del lenguaje de modelado utilizado en la fase de Definición y del lenguaje de ejecución del motor de procesos subyacente, será o no necesaria una transformación del modelo definido a un modelo ejecutable. Al igual que en la fase de diseño, es necesaria la interacción con el repositorio de procesos de negocio. Después hay que configurar los *Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)*, enlazando los KPIs que permiten medir el grado de alcance de dichos niveles con el modelo de proceso de negocio [Koster 2009]. Además, que implementar en el modelo los manejadores de excepciones y compensaciones, así como la integración con otros sistemas de información de la organización necesarios para ejecutar el proceso de negocio, o las interfaces de usuario que permiten la interacción con los participantes en el proceso [Smith, Fingar 2006]. En la Figura 39 se puede ver una representación gráfica de las actividades realizadas en esta fase.

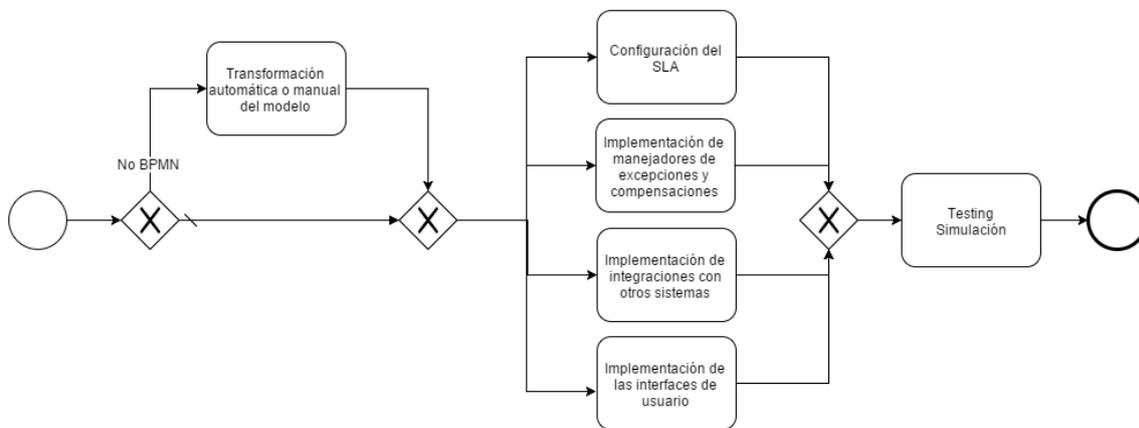


Figura 39. Actividades de la fase de Diseño

4.1.3.1. Transformación del modelo

Dependiendo del lenguaje de modelado utilizado para definir los procesos de negocio, y del lenguaje de ejecución utilizado por el motor de procesos de negocio, puede ser necesario realizar la transformación del modelo del proceso de negocio a un modelo de proceso ejecutable [Koster 2009].

Esta actividad no suele ser muy común debido a que las suites de gestión de procesos de negocio actuales ofrecen un entorno de desarrollo común que permite completar tanto la fase de Definición como la de Diseño dentro de una misma herramienta que, además, suele utilizar el mismo lenguaje de modelado de procesos de negocio que el motor de ejecución subyacente, por lo que no hay necesidad de realizar transformaciones entre modelos, o estas transformaciones se llevan a cabo de forma transparente para el usuario.

El lenguaje BPMN 2.0, estándar de modelado de procesos de negocio, con soporte para modelado de coreografías, conversaciones y orquestación entre procesos, es un lenguaje que

puede ejecutado directamente por motores de ejecución BPMN nativos [Freund et al. 2014] [Debevoise 2014], aquellos capaces de interpretar y ejecutar la semántica de ejecución de BPMN [OMG 2013].

En cualquier caso, si el motor de ejecución de procesos de negocio no pudiera soportar nativamente la ejecución del modelo de proceso, sería necesaria su transformación a un modelo ejecutable. Considerando los lenguajes de modelado comentados en la Sección 4.1.2, algunas de las posibles transformaciones son:

- De BPMN a BPEL. La propia especificación de BPMN 2.0 define un mapeo entre modelos BPMN al lenguaje ejecutable BPEL, asumiendo ciertas restricciones [OMG 2013]. También en [BPI 2010a] se reporta un método de conversión entre BPMN 2.0 y BPEL 2.0.
- De XPD L a BPMN. Un método de conversión entre BPMN 2.0 y XPD L 2.1 se reporta en [BPI 2009].
- De XPD L a BPEL. Un método de conversión entre XPD L y BPEL 2.0 se reporta en [BPI 2010b].

Esta transformación entre lenguajes de modelado de procesos de negocio y lenguajes de ejecución de procesos de negocio puede hacerse de forma automática. Sin embargo, mientras que la transformación automática es preferible a la transformación manual, los BPMS pueden ofrecer un entorno de desarrollo en el que los modelos de procesos de negocio se puedan modelar en un lenguaje de ejecución de procesos. Esto es necesario ya que no todos los lenguajes de modelado de procesos de negocio se pueden mapear completamente a un lenguaje de ejecución de procesos de negocio [Koster 2009].

Si se realiza la transformación del modelo de proceso de negocio a un modelo ejecutable, estos tienen que estar vinculados para que los cambios realizados sobre el modelo ejecutable queden reflejados en el modelo de definición del proceso de negocio, es decir, que exista trazabilidad entre los dos modelos, para que los responsables de la definición del proceso de negocio tengan una visión actualizada del modelo, pero no del modelo ejecutable.

4.1.3.2. Acuerdos de nivel de servicio

Los *Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)* se añaden al modelo de proceso de negocio ejecutable, con el fin de monitorizar los KPIs asociados y medir el nivel de servicio alcanzado por el proceso de negocio durante su ejecución, o lanzar alertas cuando se viola alguno de los niveles definidos.

En términos generales, Los SLAs capturan las responsabilidades del proveedor del servicio y del consumidor del mismo respecto a parámetros funcionales y no funcionales [Ludwig et al. 2006]. Para ello, hay que enlazar los KPIs relacionados con el nivel de servicio definido para el proceso de negocio [Li et al. 2002] [Koster 2009].

4.1.3.3. Manejo de excepciones y compensaciones

Los modelos de procesos de negocio normalmente representan todas las posibles rutas de ejecución que pueden darse en un proceso de negocio, pero a veces pueden producirse situaciones de excepción durante su ejecución que requieran un manejo específico y, dependiendo de la gravedad de la excepción, es posible resolverlo y continuar con la ejecución del proceso de negocio, tomar algún tipo de acción alternativa o, en el peor de los casos, terminar la ejecución del proceso de negocio [Russell 2007]. Estas excepciones se producen cuando la terminación de una actividad es negativa, pero no anómala [Koster 2009], aunque las excepciones también pueden darse a nivel de grupo de actividades, de bloques o incluso a nivel del proceso completo, donde se deben aplicar las mismas consideraciones de manejo de excepciones que para las actividades individuales.

Para recuperar una excepción se puede volver a ejecutar la actividad, retrocediendo (las actividades completadas) hasta un estado consistente del proceso. Es lo que se llama compensación. La compensación se ocupa de deshacer las actividades que se completaron con éxito [OMG 2013]. Si una actividad todavía está activa, no se puede compensar, pero se puede cancelar.

Lenguajes de modelado de procesos de negocio como BPMN 2.0 cuentan con elementos gráficos que permiten modelar tanto el lanzamiento como la captura de eventos de error y excepción, como actividades de compensación o cancelación tras producirse una excepción en la ejecución del proceso. En [Russell 2007] se puede encontrar un completo marco para el manejo de excepciones, incluyendo una comparativa de los patrones de manejo de excepciones soportados por los lenguajes de modelado comentados en la Sección 4.1.2.

En relación con las compensaciones, hay que considerar los aspectos transaccionales dentro del proceso de negocio. Las transacciones son un concepto bien conocido de las tecnologías de bases de datos, donde un gestor de transacciones garantiza que las aplicaciones se ejecutan como transacciones y obedecen al principio ACID: atomicidad, coherencia, aislamiento y durabilidad [Weske 2012]. Esto quiere decir que las transacciones se ejecutan en forma de todo o nada atómicamente, que transfieren un estado de la base de datos consistente a otro estado de la base de datos consistente, que no interfiere con otras transacciones y que los resultados de la transacción son duraderos en el tiempo. BPMN 2.0 cuenta con elementos gráficos que permiten modelar, mediante subprocesos especializados, el manejo de transacciones [OMG 2013].

En la Figura 40 se muestra un ejemplo modelado en BPMN 2.0, extraído de [OMG 2013] y modificado para mostrar los elementos gráficos que permiten modelar transacciones, lanzamiento y captura de eventos de errores, excepciones y compensaciones.

Aunque las excepciones se pueden detectar de forma automática, a menudo no se pueden resolver en el contexto del proceso en ejecución y pueden implicar algún tipo de escalado o intervención manual. Este es el caso de excepciones que al contrario que otras, no pueden ser previstas con antelación y, en la mayoría de casos, deben ser manejadas de forma manual o mediante procesos adaptativos, que se centran en cambiar dinámicamente los modelos de los procesos [Russell 2007].

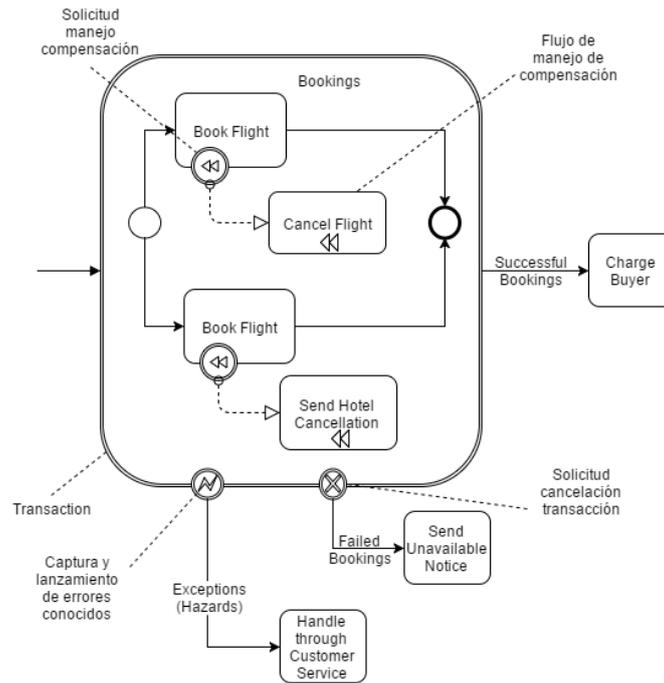


Figura 40. Ejemplo de transacción con manejo de excepciones, errores y compensación

4.1.3.4. Integraciones

Otra actividad importante en esta fase es el diseño de las integraciones con los diferentes sistemas de información existentes en la organización y con los que el proceso de negocio debe interactuar para su ejecución, como por ejemplo, bases de datos, sistemas para la *Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*, sistemas para la *Gestión de Relaciones con Clientes (CRM)*, sistemas para la *Gestión de la Cadena de Suministros (SCM)* [Weske 2012] [Wurtzel 2013], sistemas de *Gestión de Contenido Empresarial (ECM)* [Gartner 2014b], *Sistemas de Gestión de Reglas de Negocio (BRMS)* [Jeston, Nelis 2006], o cualquier otro sistema o aplicación software que participe en el proceso de negocio, interno o externo a la organización.

El acceso a fuentes de datos, tanto internas como externas a la organización, es una función fundamental para casi cualquier sistema software o aplicación, incluidos los sistemas de gestión de procesos de negocio. En algunas ocasiones, los repositorios de modelos y artefactos de los procesos, que permite automatizar la gestión de los procesos de negocio se sustenta sobre bases de datos [Panagacos 2012], así como los datos de ejecución de los procesos, registros de monitorización, reglas de negocio, etc. Para ello, los sistemas de gestión de procesos de negocio deben disponer de capacidades de acceso a bases de datos mediante estándares de la industria del software como JDBC, ODBC, OLE-DB [Chang 2006].

Se debe tener en cuenta la incorporación de fuentes de datos externas para dotar a los procesos de negocio de más conocimiento sobre perspectivas externas (como expertos y clientes) y datos de contexto en el ciclo de vida. Los medios sociales pueden proporcionar más información sobre el contexto [Gartner 2012a]. Los procesos de negocio deben ser capaces de integrarse con blogs, foros, wikis [Mathiesen et al. 2012], redes sociales, dispositivos móviles, etc. [Khoshafian 2014].

La integración del proceso de negocio con algún tipo de repositorio o *Sistema de Gestión de Identidades Empresarial (EIdMS)* es necesario para la resolución de roles y permisos y la asignación de los elementos de trabajo del proceso a los correspondientes participantes humanos por parte de las instancias de los procesos en ejecución [Chang 2006]. La integración con estos tipos de repositorios suele realizarse mediante el Protocolo Ligerero de Acceso a Directorios (LDAP), aunque el sistema de gestión de procesos de negocio también puede soportar otras tecnologías como Single Sign-On (SSO), metadirectorios, Infraestructura de Clave Pública (PKI), SAML, etc. [Royer 2008].

Los documentos son un recurso ampliamente utilizado en las organizaciones, y por lo tanto, en los procesos de negocio. Por este motivo, los sistemas de gestión de procesos de negocio deben presentar capacidades de gestión o integración con otras herramientas de gestión de contenido empresarial, para gestionar documentos otros tipos de contenido, como imágenes, audio o vídeo. Puede crear, leer, direccionar y actualizar contenido gestionado por repositorios de contenidos de terceros [Gartner 2014b]. Es preferible disponer de un ECM externo, ya que este tipo de sistemas tienen su propio nicho de mercado que cuenta con un alto grado de madurez [Gartner 2014c]. La integración con este tipo de sistemas puede realizarse mediante el estándar de OASIS para Servicios de Interoperabilidad con Gestores de Contenido (CMIS) [OASIS 2013], o las extensiones HTML para Edición y Versionado Distribuidos sobre la Web (WebDAV) [IETF 2007].

La integración otro tipo de sistemas que participan en los procesos de negocio puede realizarse con el soporte de tecnologías middleware de *Integración de Aplicaciones Empresariales (EAI)* [Fowler et al. 2002] comunes en entornos empresariales, como colas transaccionales, brokers de mensajería, sistemas de publicación/suscripción o con buses de servicios empresariales (ESB) [Chang 2006]. Normalmente este tipo de integraciones está basado en estándares de servicios web, como el Simple Object Access Protocol (SOAP) [Cummins 2009] [Weske 2012], o más recientemente, servicios basados en la Representacional State Transfer (REST) [Freund et al. 2014] [Khoshafian 2014] [Gartner 2014b].

Otra característica importante que se puede considerar y que ayuda a acelerar integración de los procesos de negocio con otros sistemas es que el entorno de desarrollo de la suite de gestión de procesos de negocio proporcione asistentes guiados para realizar dichas integraciones, o conectores predeterminados que permiten la integración con los sistemas más comunes. También puede proporcionar facilidades desarrollo de conectores personalizados. Esto implica el soporte a diferentes lenguajes de programación, que comentaremos más adelante en esta sección.

4.1.3.5. Interfaces de usuario

La tendencia generalizada en los sistemas de gestión de procesos de negocio para proporcionar la interacción entre estos y los usuarios definidos en los modelos de procesos es hacerlo mediante la exposición de interfaces de usuario a través de aplicaciones o portales web [Chang 2006] [Kemsley 2010]. Estos portales suelen tener la forma de inbox [Miers, Harmon 2005], donde se muestra la lista de tareas que el usuario puede realizar [Koster 2009]. Estas tareas

hacen referencia a las actividades definidas en los modelos de los procesos de negocio que deben ser realizadas por participantes humanos. Normalmente esta interacción se produce a través del envío de información por parte del usuario mediante formularios web [Miers, Harmon 2005].

Estas interfaces de usuario se pueden crear o generar automáticamente, en cuyo caso, algunos productos BPM ofrecen muchas opciones de personalización, mientras que otros generan solamente una interfaz estándar [Koster 2009]. El entorno de desarrollo debe proporcionar herramientas de modelado de tipo arrastrar y soltar para el diseño de las interfaces de usuario y los formularios, que incluyen widgets, componentes gráficos, asistentes y plantillas que aceleran el desarrollo de estas interfaces de usuario. Para ello, el estándar de la W3C XForm [W3C 2012] proporciona capacidades para la generación dinámica de formularios HTML basada en XML. Sobre esta especificación han surgido suites como betterForm (código abierto) [BetterForm 2015] u Orbeon (propietaria) [Orbeon 2015] que proporcionan un conjunto de herramientas para la definición de formularios basados en XForm y un motor para su ejecución dinámica.

Como se ha comentado con anterioridad, las herramientas de definición y diseño que proporcionan las suites BPM deben presentar entornos de trabajo que cuenten con características colaborativas [Gartner 2014b], sociales [Khoshafian 2014] y capacidades de gestión de la interacción humana [Harrison-Broninski 2010], para proporcionar mayor eficacia y eficiencia facilitando la gestión de equipos, de la comunicación, del conocimiento, del tiempo, etc.

4.1.3.6. Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación soportados por las herramientas de diseño también son un factor importante a tener en cuenta, ya que puede ser necesario ejecutar código directamente para realizar algún tipo de integración no soportada de otra forma, o si se necesita ejecutar scripts que encapsulan algún tipo de lógica durante la ejecución de los procesos de negocio. Hay que considerar también los lenguajes de programación para las tareas de diseño de las interfaces gráficas de usuario.

Es recomendable que las suites BPM soporten lenguajes de última generación para permitir ejecutar código personalizado durante la ejecución de los procesos de negocio. Estos lenguajes pueden ser Java, Groovy, C#, entre otros, y estos lenguajes soportados dependerán de la tecnología en la que se haya implementado el motor de ejecución subyacente. Se deben considerar además el soporte a lenguajes de script como JavaScript o ECMAScript, por ejemplo.

En cuanto al diseño de las interfaces de usuario, el soporte a los lenguajes de programación también juega un papel importante, ya que dependiendo de estos, se puede conseguir una experiencia de usuario mucho más rica y satisfactoria. Respecto a estos lenguajes, es necesario que el entorno de desarrollo soporte lenguajes de programación y framework modernos para la generación de interfaces de usuario ricas, responsivas, con soporte multi-navegador, y

compatibles con los dispositivos móviles. Algunos ejemplos son, HTML5, CSS3, JavaScript, AngularJS, Node.js, etc.

4.1.3.7. Pruebas y simulación

Una vez implementado el proceso de negocio añadiendo la configuración técnica necesaria para su ejecución, el modelo ejecutable debe ser probado y simulado para asegurar, por ejemplo, el correcto funcionamiento de los componentes y servicios integrados, las conexiones con bases de datos, las interfaces de usuario, etc., es decir, que se cumplen tanto los requisitos funcionales como los no funcionales. Estas pruebas aseguran la calidad del proceso de negocio ayudando a detectar y corregir los posibles errores antes de que el proceso de negocio sea ejecutado en el entorno de producción.

Las técnicas de pruebas utilizadas tradicionalmente en la ingeniería del software también pueden ser utilizadas en el contexto de los procesos de negocio [Weske 2012], y comprenden pruebas funcionales, no funcionales y de regresión [Chan et al. 2014].

Según [Chan et al. 2014] las pruebas funcionales garantizan que los componentes funcionan correctamente trabajando de manera conjunta cuando son integrados. Las pruebas funcionales incluyen, entre otras, las siguientes fases:

- Pruebas unitarias
- Pruebas de integración
- Pruebas de aceptación de usuario
- Pruebas de dispositivo móvil o navegador

Con técnicas de pruebas de integración, se comprueba que los diferentes componentes integrados interactúan correctamente durante la ejecución de proceso de negocio. Las pruebas de integración se centran principalmente en la operación de las funciones a nivel técnico de cada uno de estos componentes trabajando de manera conjunta [van der Aalst 2002].

Las pruebas no funcionales se refieren a la seguridad y asignación de permisos, la fiabilidad, la interoperabilidad, la robustez y la facilidad de mantenimiento [van der Aalst 2002]. Las pruebas no funcionales incluyen las siguientes pruebas [Chang et al. 2006]:

- Pruebas de rendimiento
- Pruebas de estabilidad, de resistencia y de carga y estrés
- Pruebas de alta disponibilidad y de recuperación de desastres
- Pruebas de seguridad

Las pruebas de regresión se refieren a disponer de un conjunto de pruebas funcionales y no funcionales para ejecutar cada vez que se realiza un cambio en el proceso de negocio.

La automatización de las pruebas, tanto funcionales como no funcionales reporta beneficios en la fase de Diseño de los procesos de negocio, ya que ayudan a ahorrar recursos humanos en la repetición de pruebas de regresión y, en general en los otros tipos de pruebas. La configuración

manual inicial necesaria para realizar las pruebas, resulta lenta y propensa a errores. Mediante la automatización de pruebas se dispone de casos de prueba predefinidos, con la configuración ya establecida, que ahorra tiempo en la ejecución de las pruebas. Los casos de prueba deben cubrir por lo menos el flujo principal del proceso de negocio [Chan et al. 2006].

Con el fin de evaluar el correcto comportamiento de los procesos de negocio, es muy importante que las pruebas se lleven a cabo en una infraestructura tanto hardware como software idéntica o lo más parecida posible al entorno de producción [van der Aalst 2002].

Como ya se ha comentado, las suites de gestión de procesos de negocio proporcionan un entorno de desarrollo común para las fases de Definición y Diseño, por los que las características para la automatización y realización de pruebas deberían estar disponibles en la herramienta de simulación comentada en la fase de Definición, aportando las capacidades de simulación y análisis de resultados desde la perspectiva técnica planteada en esta sección.

4.1.3.8. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación seleccionados para la fase de Diseño se muestran en la Tabla 5.

Característica	Referencia	Descripción
Transformación de modelos	DI#1.1	Soporte para transformación automática entre lenguajes de modelado y lenguajes de ejecución de procesos
	DI#1.2	Soporte para transformación manual entre lenguajes de modelado y lenguajes de ejecución de procesos
	DI#1.3	Soporte para transformaciones entre BPMN, BPEL y XPD
	DI#1.4	Soporte para sincronización entre el modelo de negocio ejecutable y el modelo del proceso de negocio
Acuerdo de nivel de servicio	DI#2.1	Soporte para creación de SLAs
	DI#2.2	Soporte para enlazado de KPIs de nivel de servicio con el proceso de negocio
Manejo de excepciones y compensaciones	DI#3.1	Soporte para manejo de errores
	DI#3.2	Soporte para manejo de excepciones
	DI#3.3	Soporte para manejo de compensaciones
	DI#3.4	Soporte para manejo de transacciones
Integraciones con otros sistemas	DI#4.1	Soporte para acceso a fuentes de datos internas (por ejemplo, JDBC, ODBC, OLE-DB)
	DI#4.2	Soporte para acceso a fuentes de datos externas (por ejemplo, blogs, foros, wikis, redes sociales, dispositivos móviles, etc.)
	DI#4.3	Soporte para integración con gestión de identidades y sistemas de autenticación y acceso (por ejemplo, LDAP, SSO, metadirectorios, PKI, SAML, etc.)
	DI#4.4	Soporte para gestión de contenidos
	DI#4.5	Soporte para integración con ECM (por ejemplo, CMIS, WebDAV, etc.)
	DI#4.6	Soporte para middleware de EIA (por ejemplo, colas transaccionales, brokers de mensajería, sistemas de publicación/suscripción, ESB, etc.)

	DI#4.7	Soporte para estándares de servicios web (por ejemplo, SOAP, REST)
	DI#4.8	Conectores de integración predeterminados
	DI#4.9	Soporte para desarrollo de conectores personalizados
Interfaces de usuario	DI#5.1	Soporte para generación automática de formularios e interfaces
	DI#5.2	Soporte para generación manual de formularios e interfaces
	DI#5.3	Soporte para personalización de interfaces
	DI#5.4	Soporte para integración con herramientas de generación de formularios (por ejemplo, betterForm, Orbeon, etc.)
	DI#5.5	Soporte a estándares para formularios dinámicos (por ejemplo, XForm)
Lenguajes de programación	DI#6.1	Soporte para lenguajes de programación de alto nivel (por ejemplo, Java, Groovy, C#, etc.)
	DI#6.2	Soporte para lenguajes de programación de scripting (por ejemplo, JavaScript, ECMAScript, etc.)
	DI#6.3	Soporte para lenguajes y frameworks web (por ejemplo, HTML5, CSS3, JavaScript, AngularJS, etc.)
Simulación y pruebas	DI#7.1	Soporte para gestión y ejecución de casos de prueba
	DI#7.2	Soporte para definición de pruebas funcionales
	DI#7.3	Soporte para definición de pruebas no funcionales
	DI#7.4	Soporte para definición de pruebas de regresión

Tabla 5. Criterios de evaluación de la fase de Diseño

4.1.4. Despliegue

Es esta fase, el modelo de proceso de negocio ejecutable se despliega en la infraestructura técnica de la organización, que se encarga de extenderlo y ponerlo a disposición de los usuarios correspondientes. Las aplicaciones, recursos y servicios se asignan y los modelos de los procesos de negocio ejecutables se envían al motor de ejecución de procesos. Es importante que esta tarea cause el mínimo de interrupciones al resto de procesos en ejecución. Adicionalmente se debe notificar a los participantes en el proceso de dicho despliegue, tal y como se muestra en la Figura 41.

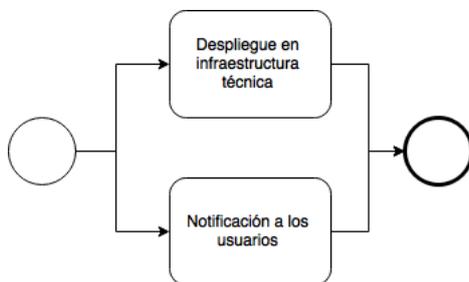


Figura 41. Actividades de la fase de Despliegue

4.1.4.1. Despliegue en la infraestructura técnica

La actividad de despliegue del modelo de negocio ejecutable en la infraestructura técnica se encarga de extender los modelos sobre uno o varios motores de ejecución de procesos de negocio.

Los procesos de negocio pueden ser desplegados en entornos de ejecución distribuidos, en los que los procesos se ejecutan en múltiples motores de ejecución de procesos independientes, o bien, en entornos en los que los motores de ejecución de procesos se ejecutan en varios sistemas distribuidos, como por ejemplo, un clúster de servidores, trabajando como un único motor de procesos.

La suite BPM debe proporcionar mecanismos que automaticen y faciliten el despliegue del proceso de negocio y todos los artefactos asociados sin que sea necesaria demasiada intervención humana.

4.1.4.2. Notificación a usuarios

Paralelamente, los usuarios afectados por el proceso de negocio desplegado son informados, a través de los espacios de trabajo, de que el proceso está disponible en el entorno de ejecución [Panagacos 2012]. Las notificaciones se extienden a los administradores tanto de negocio como de TI si el proceso de despliegue resulta fallido, adjuntando información suficiente para ayuda a resolver las incidencias que hayan podido producir ese resultado fallido.

4.1.4.3 Criterios de evaluación

En la Tabla 6 se muestran los criterios de evaluación definidos para la fase de Despliegue.

Característica	Referencia	Descripción
Despliegue en infraestructura técnica	DP#1.1	Soporte para despliegue sobre motor de ejecución distribuido (clúster)
	DP#1.2	Soporte para despliegue sobre múltiples motores de ejecución
	DP#1.3	Soporte para proceso simplificado de despliegue
Notificación a usuarios	DP#2.1	Soporte para notificación a los usuarios participantes
	DP#2.2	Soporte para notificación a administradores de despliegues fallidos

Tabla 6. Criterios de evaluación de la fase de Despliegue

4.1.5. Ejecución

En esta fase, los modelos de procesos de negocio definidos e implementados en las fases de definición y diseño respectivamente son ejecutados por el motor de procesos de negocio. Cada vez que el modelo del proceso de negocio es ejecutado, el motor de procesos crea una nueva

instancia de ese modelo. El motor de ejecución gestiona y controla activamente las instancias en ejecución del proceso para asegurar que las actividades se llevan a cabo de acuerdo a una orquestación concreta, que son realizadas por el usuario, aplicación o servicio correcto y que no se pierda ningún dato [Ballard et al. 2006] [Weske 2012]. El motor de ejecución de procesos se encarga de ejecutar, controlar y monitorizar los procesos de negocio y debe resolver a qué usuario o sistema debe asignar cada una de las actividades definidas en el proceso de negocio. Esta resolución puede estar basada en reglas de negocio, roles, en prioridades o en eventos [Koster 2009].

El motor de procesos también es responsable de manejar las diferentes versiones de un mismo proceso que puedan estar en ejecución [Chang 2006], las excepciones no controladas producidas durante la ejecución de los procesos, la interacción con los participantes, soportar la modificación dinámica del comportamiento de las instancias de los procesos en tiempo de ejecución, la gestión dinámica de casos, recolectar y registrar los datos correspondientes a los KPIs y otras métricas necesarias para las fases de administración y monitorización. En la Figura 42 se puede observar una representación gráfica de las actividades llevadas a cabo durante la fase de Ejecución.

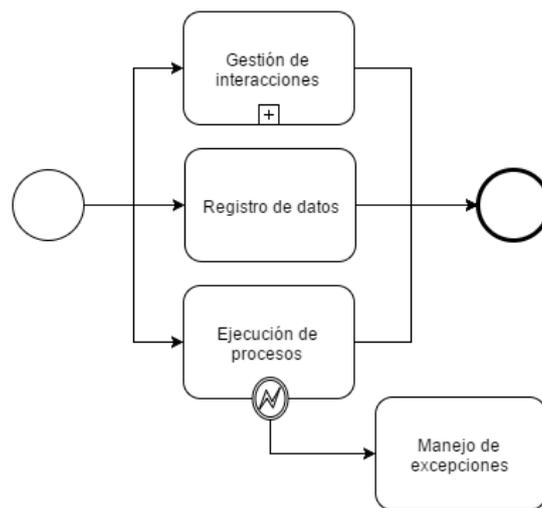


Figura 42. Actividades de la fase de Ejecución

La fase de ejecución dentro del ciclo de vida de los procesos de negocio está estrechamente ligada a las fases de administración y monitorización, ya que las actividades realizadas en esas fases dependen completamente de la ejecución de los procesos de negocio. Durante la ejecución de los procesos de negocio, mediante técnicas de monitorización se recolectan multitud de datos sobre los eventos, transacciones, cambio de datos, etc. ocurridos durante la ejecución, que se almacenan en algún tipo de registro. Estos registros consisten en conjuntos ordenados de entradas que representan los eventos tales como el usuario iniciador del proceso, el inicio y finalización de una actividad, el usuario que ejecuta una actividad, etc. El motor de ejecución de procesos se encarga también del cálculo de los KPI definidos en los modelos de procesos, por lo que esta fase tiene que asegurar que se realiza de manera eficiente.

4.1.5.1. Lenguajes de ejecución

Como ya se ha comentado, la ejecución de los procesos de negocio en un motor de ejecución de procesos solamente es posible si el proceso de negocio está especificado en un lenguaje ejecutable.

BPMN 2.0 es un estándar de modelado de procesos de negocio que puede ser ejecutado directamente por motores de ejecución BPMN nativos [Freund et al. 2014] [Debevoise 2014], que son aquellos implementados para interpretar la semántica de ejecución de BPMN [OMG 2013]. Al igual que en la fase de Definición, consideraremos este lenguaje como criterio principal para el método de evaluación.

BPEL es un estándar para automatización de procesos que permite la especificación tanto de modelos abstractos como de modelos ejecutables [Freund et al. 2014]. Por el contrario, XPDL fue diseñado para intercambio de definiciones de procesos, tanto la parte gráfica como la semántica, por lo que se podría decir que se puede utilizar para ejecutar procesos [Pozzi et al. 2008].

Aunque la tendencia de los productos BPMS es soportar el lenguaje BPMN, cabe la posibilidad de que existan algunos que fueron desarrollados y han evolucionado utilizando otros lenguajes, por lo que también son considerados en nuestro método de evaluación.

También se puede considerar la ejecución de modelos de casos dinámicos si han sido definidos, por ejemplo, mediante el lenguaje de modelado de casos dinámicos CMMN, que al igual que BPMN, define una semántica que posibilita su ejecución [OMG 2014]. El motor de procesos debería soportar la ejecución de lenguaje CMMN.

4.1.5.2. Orquestación y coreografía

Los procesos de negocio especifican la secuencia o el flujo de actividades, así como otros elementos, de una organización con el objetivo de llevar a cabo el trabajo [OMG 2013], es decir, especifican la orquestación del proceso [Weske 2012].

Los patrones de control de flujo [Russell et al. 2006b] proporcionan una referencia para expresar la orquestación de los procesos. Los patrones de flujo son independientes de los lenguajes de modelado de procesos concreto, por lo que cada patrón puede ser expresado en diferentes lenguajes. Los patrones de control de flujo también se pueden utilizar para comprar la expresividad entre lenguajes de modelado de procesos de negocio [Weske 2012].

Una coreografía es un tipo de proceso que formaliza la manera en que los participantes de un proceso coordinan sus interacciones. Las coreografías se centran en el intercambio de información (mensajes) entre los participantes, en vez de hacerlo en la orquestación de las actividades realizadas por esos participantes [OMG 2013].

Los lenguajes de modelado de procesos de negocio comentados en la Tabla 3, implementan en mayor o menor medida características para modelar la orquestación y la coreografía de los

procesos de negocio. También implementan patrones de control de flujo [Russell et al. 2006b], de manejo de excepciones [Russell et al. 2006a], de recursos [Russell et al. 2004a] y de datos [Russell et al. 2004b], tal y como se analiza en [Weske 2012]. Estos lenguajes de modelado, al ser ejecutables, se asume que también implementan estos patrones en su semántica de ejecución.

4.1.5.3. Gestión de versiones

La gestión de versiones de procesos es la capacidad de ejecutar diferentes versiones de la misma definición de proceso. Esto se realiza adjuntando la versión de la definición del proceso a cada instancia del mismo. La gestión de versiones permite realizar cambios en las definiciones de los procesos sin afectar a las instancias que se están ejecutando utilizando una versión anterior de la definición del proceso. Además, permite la actualización de las instancias en ejecución a la nueva definición del proceso. Sin la gestión de versiones de los procesos no se podrían desplegar nuevas definiciones de procesos hasta que todas las instancias del procesos en ejecución se hubieran completado o finalizado [Chang 2006].

4.1.5.4. Manejo de excepciones

Si se produce un evento que impacta en la ejecución de una instancia de proceso, pero no se maneja de manera explícita en el modelo de proceso (por ejemplo, la cancelación de un proceso, un recurso no disponible o una violación de restricción), se deben adoptar ciertas estrategias para manejar dicho evento y que la ejecución de la instancia pueda continuar. Tradicionalmente, las excepciones son consideradas como eventos que se producen, por definición, raramente. En ocasiones, estos eventos suceden con tan poca frecuencia que no se incluyen en el modelo, o puede que no se espere que ocurran [Ouyang et al. 2010], pero en cualquier caso, deben ser manejados de forma automática por el motor de procesos o de forma manual mediante la intervención humana [Khoshafian 2014] en la fase de administración. Para ello, el motor debe ser capaz de capturar los eventos de excepción y notificar a los usuarios para su resolución.

Preferiblemente, las condiciones de excepción deben ser resueltas de forma automática por el motor de procesos, como por ejemplo, si un recurso no está disponible, el motor de procesos reasigna la actividad a otro recurso. Esto se puede realizar mediante manejadores de excepción que siguen los patrones de manejo de excepciones propuestos en [Russell et al. 2006a].

Bajo la perspectiva de la gestión dinámica de casos, la participación y colaboración de expertos del negocio para resolver excepciones complejas es fundamental [Khoshafian 2014].

Otro tipo de errores y excepciones del sistema deben ser separados de las excepciones producidas por la ejecución de los procesos de negocio, y deben ser gestionadas por los administradores de TI.

4.1.5.5. Interacciones

La participación humana en los procesos de negocio es común en la mayoría de organizaciones. Esta participación se realiza mediante la interacción de los usuarios con las instancias de los procesos que se ejecutan en el motor de procesos, normalmente mediante una aplicación o portal web [Kemsley 2010]. Esta misma aplicación o portal web suele proporcionar también acceso para la administración y monitorización de los procesos de negocio. El sistema de gestión de procesos de negocio debe ser capaz de proporcionar las interfaces de usuario necesarias para realizar cualquiera de los tipos de interacciones comentados. Las actividades de interacción con el sistema de gestión de procesos de negocio se pueden ver en la Figura 43.

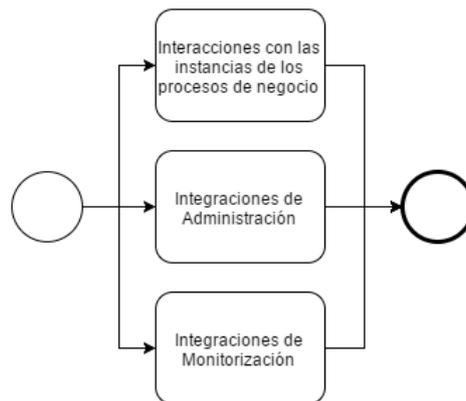


Figura 43. Actividades de la subfase de Interacción

Respecto a las interacciones relacionadas con las instancias de procesos, los portales presentan un inbox [Miers, Harmon 2005] (una lista) de tareas asignadas al usuario [Koster 2009]. Estas tareas hacen referencia a las actividades definidas en los modelos de los procesos de negocio que deben ser realizadas por participantes humanos. Normalmente esta interacción se produce a través de formularios web [Miers, Harmon 2005]. En la Figura 44 se puede ver un ejemplo de portal web para interacción de los usuarios con los procesos de negocio, y en Figura 45, la interfaz de usuario para el detalle de una tarea, correspondientes al portal de procesos del producto IBM BPM 8.0.

Al igual que con las herramientas de desarrollo, las suites BPM deben presentar entornos de trabajo personalizados para los participantes de los procesos (basados en roles, preferencias, permisos de acceso, etc.), con acceso interactivo a las tareas, contenidos y otros recursos. La experiencia de usuario se puede adaptar a la unidad organizacional, a las funciones, habilidades y/o al individuo [Gartner 2014b]. Las interfaces de usuario deben ser ricas, responsivas y con soporte nativo o basado en HTML5 para dispositivos móviles, que cuenten con características colaborativas [Gartner 2014b], sociales [Khoshafian 2014] y capacidades de gestión de la interacción humana [Harrison-Broninski 2010], para proporcionar mayor eficacia y eficiencia facilitando la gestión de la comunicación, del conocimiento, del tiempo, etc.

Otro factor importante a tener en cuenta es que las interfaces gráficas expuestas por los procesos de negocio en ejecución puedan ser embebidas dentro de portales corporativos existentes en la organización, por ejemplo, mediante portlets estándar (JSR 168) [Miers, Harmon 2005].

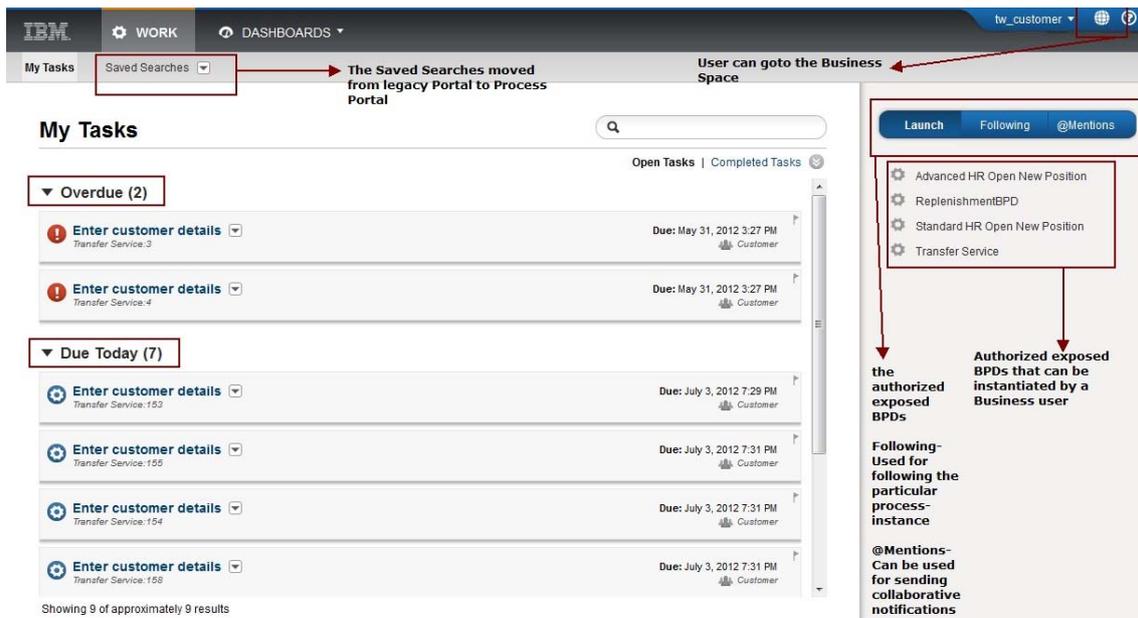


Figura 44. Ejemplo del portal de procesos de IBM BPM 8.0

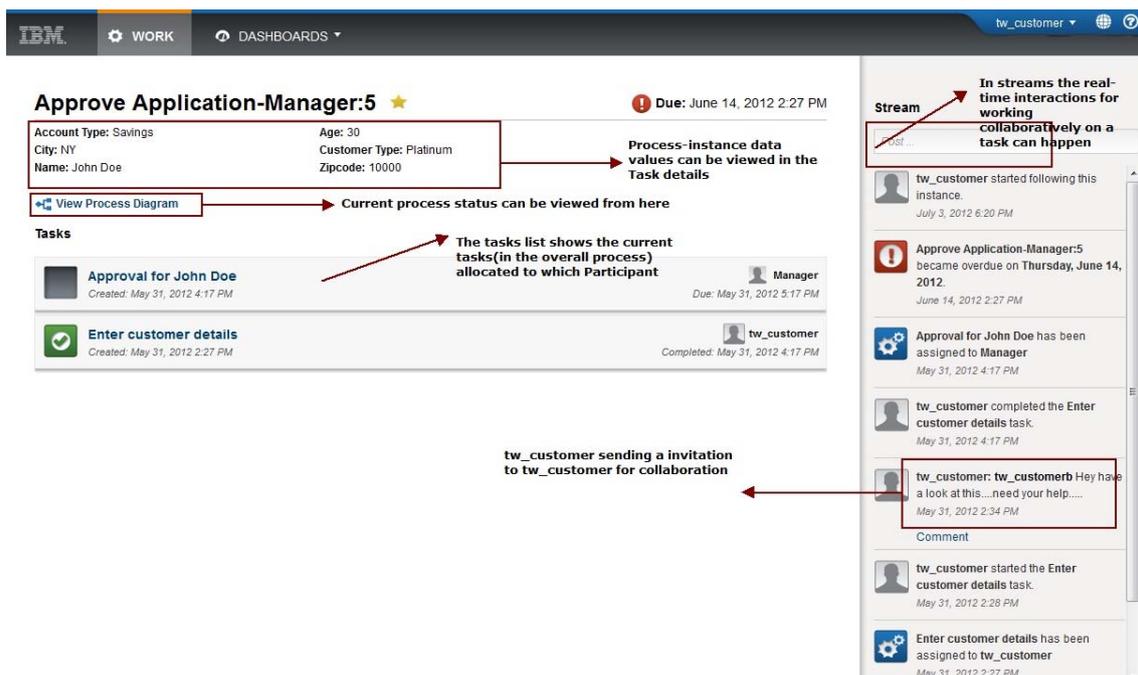


Figura 45. Detalle de tarea de usuario en el portal de procesos de IBM BPM 8.0

4.1.5.6. Interfaces de programación de aplicaciones

Una característica interesante que se puede considerar en algunos casos para la evaluación de las suites BPM es la posibilidad de utilizar los componentes y características que proporciona desde aplicaciones externas a la propia suite [Miers, Harmon 2005]. Normalmente, el componente que se integra con la aplicación externa suele ser el motor de ejecución.

Principalmente, existen dos formas de utilizar las funcionalidades de una suite BPM desde una aplicación externa, mediante Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) programáticas, y mediante API de servicios web.

La integración programática, mediante API o SDK, se realiza embebiendo el componente de la suite BPM dentro de la aplicación externa, como si se tratara de una librería. Esto requiere que el componente exponga una interfaz de programación que proporcione acceso a los métodos y funciones implementados para que puedan ser utilizados desde el código de la aplicación externa, mediante algún lenguaje de programación, como Java o C#. Esta forma de integración genera un fuerte acoplamiento entre la aplicación externa y el componente de la suite BPM, y es un patrón de desarrollo de software no muy recomendable.

La otra forma de integración, que ofrece un fuerte desacoplo entre el componente de la suite BPM y la aplicación externa, se realiza mediante servicios web. En este caso, el componente de la suite se ejecuta de forma independiente a la aplicación externa, y esta accede a las características y funcionalidades expuestas por el componente mediante la invocación de servicios web SOAP o REST.

4.1.5.7. Otras características

Otras características interesantes que se pueden considerar a la hora de evaluar una suite BPM son las siguientes:

- La escalabilidad de los componentes de ejecución de la suite es un factor importante que ayuda a dimensionar la infraestructura técnica que la deba alojar [Miers, Harmon 2005]. Se pueden considerar dos formas de escalado de aplicaciones: clúster y cloud.
- La capacidad de alojar múltiples inquilinos también puede ser un factor importante porque permite la ejecución de los procesos de diferentes organizaciones sobre una única instancia del motor de procesos, aplicando técnicas de aislamiento y seguridad de datos para garantizar que cada organización solamente accede a sus datos.
- Otro factor importante para caracterizar el motor de procesos es su rendimiento (procesos, usuarios o sesiones concurrentes). Para evaluar el rendimiento hay que considerar la configuración del motor de procesos y la configuración de la infraestructura técnica en la que se ejecuta. La cuantificación del rendimiento debe realizarse mediante pruebas de rendimiento y carga comentadas en la Sección 4.1.3.7.

4.1.5.8. Criterios de evaluación

En la Tabla 7 se muestran los criterios de evaluación definidos para la fase de Ejecución.

Característica	Referencia	Descripción
Lenguajes de ejecución	EX#1.1	Soporte nativo para ejecución de BPMN 2.0
	EX#1.2	Soporte para ejecución de otros lenguajes (por ejemplo, BPEL, XPDL, Petri Nets o YAWL)

Orquestación y coreografías	EX#2.1	Soporte para orquestación de procesos incluyendo asignación basada en reglas de negocio, roles, prioridades y eventos
	EX#2.2	Soporte para coreografías entre procesos
	EX#2.3	Soporte a patrones de control de flujo, de datos y de recursos
Gestión de versiones	EX#3.1	Soporte para ejecución simultánea de múltiples versiones del mismo proceso
	EX#3.2	Soporte para actualización de instancias en tiempo de ejecución
Manejo de excepciones	EX#4.1	Soporte para manejo automático de excepciones
	EX#4.2	Soporte a patrones de manejo de excepciones
	EX#4.3	Soporte para captura y notificación de eventos de excepción
Manejo de Interacciones	EX#5.1	Soporte para tecnologías de portales web
	EX#5.2	Soporte para integración en portales corporativos (portlet/JSR 168)
	EX#5.3	Soporte para portales con características colaborativas, sociales y gestión de la interacción humana
	EX#5.4	Soporte para interacción desde dispositivos móviles
APIs	EX#6.1	Soporte para API programática (por ejemplo, SDK Java, C#, etc.)
	EX#6.2	Soporte para API de servicios web (por ejemplo, SOAP o REST)
Otras características	EX#7.1	Soporte para ejecución de múltiples inquilinos
	EX#7.2	Soporte para ejecución en clúster
	EX#7.3	Soporte para ejecución en la nube
	EX#7.4	Rendimiento del motor de ejecución
	EX#7.5	Eficiencia para el procesamiento de KPIs

Tabla 7. Criterios de evaluación de la fase de Ejecución

4.1.6. Administración

Esta fase está estrechamente relacionada con la fase de monitorización, y de hecho, algunos autores definen estas dos fases como una única fase de control y monitorización dentro del ciclo de vida de la gestión de procesos de negocio, tal y como propone la Interfaz 5 del Modelo de Referencia de la WfMC [WfMC 1995] [Chang 2006]. Mediante la monitorización de los procesos de negocio en ejecución se presenta la información que facilita la gestión y administración de los mismos. En la Figura 46 se puede ver la relación entre las actividades de alto nivel de las fases de monitorización y administración.

El objetivo de la fase de administración es asegurar que los procesos de negocio implementados están funcionando tal y como fueron diseñados y que todos los pasos de control de procesos están en su lugar y funcionando. Esto se realiza mediante la medición cualitativa y cuantitativa de la eficiencia de los procesos de negocio en ejecución y la comparación con los objetivos (KPIs), con el fin de identificar oportunidades de optimización y mejora [Scheer et al. 2010].

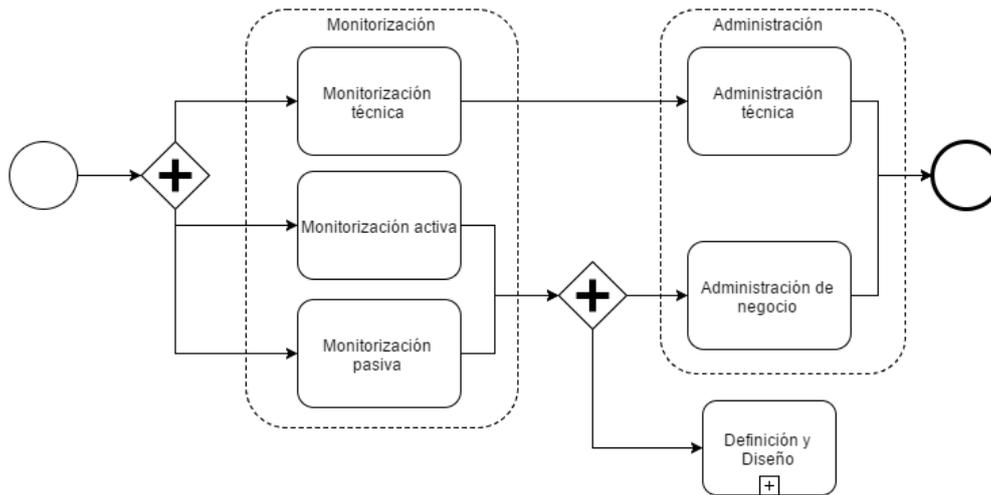


Figura 46. Actividades de alto nivel de las fases de monitorización y administración

4.1.6.1. Administración técnica

En esta actividad se realiza la gestión de TI de los sistemas de información que soportan la ejecución del sistema de gestión de procesos de negocio, como la gestión de los errores y excepciones por fallos en los servidores, redes o datos inaccesibles o la utilización de recursos de los servidores, es decir, la supervisión tradicional de sistemas software. Nos centraremos en la administración relativa a la operativa de negocio.

4.1.6.2. Administración de negocio

En esta actividad se realiza la gestión operativa relacionada con los procesos de negocio [Smith, Fingar 2006], como por ejemplo, atender a las alertas y condiciones de excepción no manejadas en la fase de diseño que se pueden producir durante la ejecución de las instancias de los procesos de negocio, normalmente por circunstancias inesperadas que se deben resolver mediante la intervención humana.

Esta actividad incluye la configuración, el despliegue de procesos, la administración de la plataforma BPMS y los artefactos de aplicación, además del control de versiones en conjunción con el repositorio, seguridad por aplicación, usuario, rol, grupo departamento y función [Gartner 2014b]. Esto último implica capacidades de gestión del modelo de la estructura organizacional mediante la de importación/exportación del mismo o la integración con repositorios de identidades existentes en la organización.

Incluye la capacidad de iniciar, parar y gestionar los procesos y sus componentes asociados en tiempo de ejecución, cambiar las versiones de las instancias en ejecución, reasignar actividades a otros recursos, añadir o eliminar actividades en el flujo del proceso, cambiar reglas de negocio, etc. [Koster 2009].

En esta fase también se deben gestionar y organizar los recursos de la organización relacionados con los procesos de negocio, así como su asignación. Un recurso se caracteriza por ser capaz de llevar a cabo tareas específicas [van der Aalst, van Hee 2002]. Estos recursos empresariales incluyen a personas, sistemas software y hardware, documentos, artefactos, etc. Esta gestión permite cambiar dinámicamente y en tiempo de ejecución los recursos asignados a los procesos de negocio [Weske 2012].

Además de la administración manual de los procesos, el sistema debe ser capaz de modificar dinámicamente el comportamiento de las instancias de los procesos para responder automáticamente a circunstancias y eventos predefinidos. Esta respuesta automática se genera mediante el análisis en tiempo real [Mühlen, Shapiro 2010] de la información recopilada durante la monitorización de información de contexto, eventos, patrones, cumplimiento o violación de reglas de negocio, KPIs, etc., mediante técnicas BAM y CEP [Gartner 2012a] [Khoshafian 2014], en combinación con herramientas de Gestión de Decisiones Operacional (ODM) [Craggs, Safron 2013] [Gartner 2014b], de gestión de reglas de negocio y otras herramientas de análisis inteligente, que permiten realizar análisis predictivos para detectar situaciones antes de que sucedan.

Un factor importante referente a la modificación dinámica del comportamiento de los flujos de los procesos en tiempo de ejecución es la gestión dinámica de casos, donde las acciones llevadas a cabo dependen de eventos variables internos y externos [Cummins 2010] [Weske 2012]. En estos casos, hay acciones que no pueden realizarse mediante las definiciones rigurosas de los procesos de negocio, y necesitan ejecutar procesos no estructurado que implementan cierta funcionalidad ad-hoc [Le Clair, Moore 2009], lo que requiere que los procesos de negocio puedan ser compuestos en tiempo de ejecución basándose en el análisis inteligente de la información de contexto, eventos, situaciones, conocimiento, razonamiento y experiencia de los participantes [Palmer 2013] [OMG 2014].

4.1.6.3. Criterios de evaluación

En la Tabla 8 se muestran los criterios de evaluación definidos para la fase de Administración.

Característica	Referencia	Descripción
Administración técnica	AD#1.1	Soporte para administración de aspectos técnicos
Administración de negocio	AD#2.1	Soporte para configuración de la plataforma
	AD#2.2	Soporte para gestión de modelo organizacional
	AD#2.3	Soporte para despliegue de procesos de negocio
	AD#2.4	Soporte para notificaciones y alertas
	AD#2.5	Soporte para el control de versiones y cambios en las instancias de los procesos en ejecución
	AD#2.6	Soporte para gestión dinámica de los procesos en ejecución (iniciar, pausar, cancelar, reasignación de recursos, reglas de negocio, etc.)
	AD#2.7	Soporte para modificación automática de procesos en ejecución

Tabla 8. Criterios de evaluación de la fase de Administración

4.1.7. Monitorización

Como se aprecia en la Figura 46, esta fase se realiza desde una perspectiva técnica o desde una perspectiva de negocio, y para esta última, la monitorización puede ser pasiva o activa.

4.1.7.1. Monitorización técnica

La perspectiva técnica es necesaria para identificar, notificar y resolver las cuestiones técnicas de las operaciones anómalas de la infraestructura técnica que soporta la ejecución de los procesos de negocio. La monitorización desde esta perspectiva se refiere a los fallos producidos en los sistemas que soportan la arquitectura empresarial y de los procesos de negocio, como problemas con la red, conexiones, fallos en servidores, bases de datos, datos inaccesibles, tiempos de respuesta o carga del sistema. La monitorización técnica en BPM no difiere mucho de la monitorización de sistemas complejos de aplicación.

4.1.7.2. Monitorización de negocio

Desde la perspectiva de negocio, la monitorización juega un papel crucial en el ciclo de vida de los procesos de negocio, ya que con la información que proporciona se impulsa el análisis necesario tanto para administrar los procesos como para redefinir y rediseñar estos como parte de la siguiente iteración del ciclo de mejora continua de los procesos de negocio [Smith, Fingar 2006]. Aspectos como el rendimiento, los tiempos y KPIs se miden durante la ejecución de los procesos para ayudar en la toma de decisiones que permiten alinear estos procesos con los objetivos estratégicos de la organización [Kirchmer 2010], y en conjunción con el motor de reglas de negocio, se puede lanzar alertas, tomar decisiones y ejecutar acciones automáticamente [Mühlen, Shapiro 2010] [Gartner 2014b].

La monitorización activa se aplica utilizando técnicas de monitorización de la actividad de negocio (BAM), que proporciona información en tiempo real de los valores de las métricas y KPIs de las instancias de los procesos en ejecución (transacciones) y de los eventos que generan. BAM está enfocado a la medición de cuatro atributos fundamentales [webMethods 2006]:

- *Volúmenes.* Valores y conteos de diferentes aspectos de los procesos y sus transacciones, relacionados con los eventos de negocio, como por ejemplo, número de transacciones, de eventos de procesos, de ítems consumidos, de cambios en un registro, de errores, ganancias por proceso, coste, margen, etc.
- *Velocidades.* Aspectos relacionados con el tiempo de las operaciones de negocio, trazando medidas de velocidad al igual que con las volumetrías, como por ejemplo, el tiempo de ciclo de procesos, de tareas individuales, tiempos de espera entre eventos, tiempo restante para completar, caudal del proceso, etc.

- *Errores.* Permite identificar los puntos de error y ayudar a su resolución. Contar y medir estadísticamente los errores ayuda a mejorar la comprensión de los mismos, sus frecuencias y cualquier tendencia asociada. Estos errores incluyen ocurrencias como transacciones duplicadas, ejecuciones fuera de secuencia, tiempos de ejecución de tareas o procesos enteros excedido, etc.
- *Condiciones especiales.* Son condiciones definidas por el usuario y representan eventos que son relevantes desde su perspectiva. Estos eventos también son trazados para proporcionar información estadística y analítica.

Para ofrecer información en tipo real, BAM se apoya en las técnicas de procesamiento de eventos complejos (CEP), que es un conjunto de teorías y técnicas que permiten procesar los flujos de eventos para correlacionarlos entre ellos y producir eventos de alto nivel y sus derivaciones [Palmer 2013].

La monitorización pasiva está relacionada con la minería de procesos, basada en la extracción de conocimiento a partir de los registros de eventos disponibles en los sistemas, estableciendo enlaces entre los procesos, sus datos y los modelos de procesos de negocio [van der Aalst 2011]. La minería de procesos engloba disciplinas de aprendizaje automático, minería de datos el análisis de procesos y el modelado. La minería de procesos puede considerarse dentro de las técnicas de inteligencia de negocio (BI), que proporcionan, entre otras características, consultas ad-hoc, presentación de informes, con técnicas de visualización simples y minería de datos mediante OLAP, análisis predictivo o ETL [Ballard et al. 2006] [Chen et al. 2012].

La monitorización de los procesos de negocio, presenta la información mediante cuadros de mando integral (balanced scorecard) [Mullins 2015] y tableros de control (dashboards) [Oracle 2010] que facilita la administración y análisis de los procesos en ejecución, y deben proporcionar diferentes niveles de detalle [Cummins 2009]. Un ejemplo de cuadro de mando integral se muestra en la Figura 47.



Figura 47. Ejemplo de cuadro de mandos integral

4.1.7.3. Criterios de evaluación

En la Tabla 9 se muestran los criterios de evaluación definidos para la fase de Monitorización.

Característica	Referencia	Descripción
Monitorización técnica	MO#1.1	Soporte para monitorización de aspectos técnicos
	MO#1.2	Soporte para notificaciones y alertas de incidencias técnicas
Monitorización de negocio	MO#2.1	Soporte para monitorización activa mediante técnicas BAM
	MO#2.2	Soporte para monitorización CEP
	MO#2.3	Soporte para lanzamiento de alertas
	MO#2.4	Soporte para ejecución automática de acciones
	MO#2.5	Soporte para minería de procesos, OLAP y técnicas de BI
	MO#2.6	Soporte para gestión de decisiones operacionales
	MO#2.7	Soporte para personalización de reportes (dashboards y scorecards)
	MO#2.8	Soporte para diferentes niveles de detalle de reportes

Tabla 9. Criterios de evaluación de la fase de Monitorización

4.1.8. Producto

Con estos criterios se trata de analizar el producto desde una perspectiva de mercado. Estos criterios de evaluación ofrecen una visión de la fortaleza del proveedor en cuanto a desarrollo y soporte de su producto, de la madurez del producto, de su penetración en el mercado y de la continuidad del producto [Verberg 2015].

Los criterios desde la perspectiva de producto están orientado a la evaluación de suites BPM de código abierto comerciales, o de aquellas que aun siendo puramente comerciales, son descartadas de las evaluaciones comerciales analizadas en la Sección 3.1, bien sea por su reducida cuota de mercado, capacidad financiera u otros aspectos considerados en éstos análisis.

El software de código abierto (OSS) es aquel que está disponible en forma de código fuente, que puede ser modificado por los usuarios, y puede ser redistribuido incluso en forma modificada sin tener que pagar los propietarios originales. Los proyectos de software de código abierto comerciales de proveedor único son aquellos en los que el software de código abierto es propiedad de una sola empresa que tiene una fuente de ingresos a través de esos proyectos [Riehle 2009]. Ejemplos de estos proyectos son Alfresco, SugarCRM, MySQL o Jaspersoft. Por el contrario, el software de código abierto “community” pertenece a una comunidad o entidad legal que representa la comunidad, donde los miembros de esta no reciben ingresos directos del software.

Los beneficios del proveedor único de código abierto comercial se basan en la creación de una comunidad activa y comprometida de usuarios alrededor del producto, mientras que al mismo tiempo, previene la aparición de competidores de esa comunidad. En pocas palabras, esta comunidad ayuda al proveedor a llegar al mercado más rápidamente, crear un producto

superior, y vender con mayor facilidad, todo al costo más bajo posible que los competidores tradicionales. A cambio, el proveedor ofrece un producto desarrollado profesionalmente, de valor convincente para la comunidad, y que esta comunidad es libre de usarlo bajo una licencia de código abierto [Riehle 2009].

Aunque esto pueda representar una paradoja desde el punto de vista económico de una empresa, existen diversos modelos de negocio basados en el software libre, tal y como se comenta en [Riehle 2009].

Para las organizaciones que utilizan software de código abierto comercial, los beneficios de su utilización van más allá de los costes de adquisición, licenciamiento y soporte, ofreciendo a las organizaciones total libertad para contratar personal para modificación y soporte interno del producto, realizar pago por suscripción para conseguir soporte del proveedor y más funcionalidades, o utilizar el producto bajo su propio riesgo [Verberg 2015]. Esto permite a las organizaciones controlar su presupuesto. El modelo de código abierto comercial ofrece las ventajas tanto del modelo de código abierto, como del modelo comercial tradicional, es decir, flexibilidad y libertad por una parte, y calidad de servicio, seguridad y soporte profesional por otra. Los beneficios que ofrece el modelo de código abierto comercial son [Verberg 2015]:

- Soporte garantizado con niveles de servicio
- Responsabilidad legal e indemnización
- Garantías
- Actualizaciones y parches regulares
- Poca inversión inicial y menos costes
- Alineación con la hoja de ruta del producto
- Libertad para cambiar el producto
- Interoperabilidad

La cuantificación de estos criterios es difícil, y ha de realizarse desde una perspectiva lo más crítica y objetiva posible, aplicando la experiencia y el conocimiento del evaluador para dar una estimación relativa de los mismos.

4.1.8.1. Tecnología base

La tecnología subyacente en la que se ha desarrollado el sistema de gestión de procesos de negocio es un factor a tener en cuenta a la hora de evaluar este tipo de productos. Normalmente estos sistemas están desarrollados sobre las plataformas Java o .NET, con las ventajas e inconvenientes que conlleva cada una de ellas, de las que no hablaremos aquí. Solamente señalaremos que este factor repercute principalmente en los costes de licenciamiento de sistemas operativos, servidores de aplicaciones, bases de datos y otras infraestructuras de TI de las organizacionales.

4.1.8.2. Tipo de licencia

El tipo de licencia que posee el producto, ya sea comercial, de código abierto, bajo suscripción, o cualquier otro tipo que caracterice económicamente la adquisición, mantenimiento o soporte del producto. Para una organización, este puede ser un factor muy importante a la hora de decantarse por uno u otro producto.

4.1.8.3. Soporte profesional

Con este criterio se caracteriza las capacidades del proveedor para dar soporte profesional tanto técnico, de negocio como funcional del producto. Desde el punto de vista de una organización, contar con respaldo profesional para la implantación de un producto es importante.

Se puede caracterizar el soporte ofrecido por el proveedor, si es técnico, funcional, si ofrece servicios de consultoría tanto para la implantación del producto como para el análisis de los procesos de negocio de la organización.

4.1.8.4. Referencias

Determinando el número de partners, integradores, casos de éxito o clientes a nivel mundial que tiene un producto se puede hacer una estimación relativa de la madurez del mismo. Si un producto dispone de partners e integradores distribuidos a nivel mundial, se puede considerar que el producto tiene una cierta madurez en el mercado, lo que ha permitido esa expansión a nivel mundial. Lo mismo se puede considerar en cuando al número de clientes y casos de éxito reportados para el producto.

4.1.8.5. Documentación

Con este criterio se caracteriza tanto cuantitativa como cualitativamente la documentación ofrecida acerca del producto. Esta documentación puede incluir la guía o manual de usuario, de administración y configuración, documentación técnica, tutoriales, webinars, wiki, foros oficiales, white papers, u otras formas de documentos.

4.1.8.6. Formación

Mediante este criterio se caracteriza si el proveedor ofrece servicios de formación, tanto técnica como de negocio, de diversas formas, como por ejemplo, formación presencial en el cliente o en sus propias instalaciones, formación en línea, etc.

4.1.8.7. Fuerza de la comunidad

La fuerza de la comunidad resulta importante sobre todo para implantación de código abierto, aunque sea en su modelo comercial, para las fases iniciales de implantación en las versiones “community”. Mediante la actividad en blogs y foros (cadencia entre entradas, tiempos de respuesta), colaborando en el desarrollo de componentes u ofreciendo soporte, se puede hacer una estimación de la fuerza y actividad de la comunidad alrededor del producto.

4.1.8.8. Criterios de evaluación

Los criterios seleccionados para evaluar desde una perspectiva de producto se muestran en la Tabla 10.

Característica	Referencia	Descripción
Tecnología base	PR#1.1	Plataforma tecnológica de desarrollo del BPMS (por ejemplo, Java, .NET, etc.)
Tipo de licencia	PR#2.1	Comercial, de código abierto, suscripciones, etc.
Versión	PR#3.1	Versión actual del producto
Soporte profesional	PR#4.1	Ofrece servicios de consultoría, implantación y soporte del producto
Referencias	PR#5.1	Número de partners e integradores y su ámbito
	PR#5.2	Número de casos de éxito
	PR#5.3	Número de clientes
Documentación	PR#6.1	Cantidad y calidad de la documentación, manuales de usuario, de administrador, de configuración, documentación técnica, tutoriales, white papers, wiki, foros, etc.
Formación	PR#7.1	Ofrece servicios de formación técnica, de negocio, etc., de forma presencial, en línea, etc.
Comunidad	PR#8.1	Actividad de la comunidad, desarrollo componentes, soporte técnico y funcional, blogs, foros, etc.

Tabla 10. Criterios de evaluación como Producto

4.2. Método de evaluación

El método de evaluación pretender ser relativamente rápido y de aplicación sencilla y está basado en tres pasos complementarios, ya que permiten evaluar criterios que no se han podido valorar en los pasos anteriores. El proceso de evaluación se puede observar en la Figura 48.

Por una parte, para determinar los componentes funcionales y valorar algunos de los criterios de evaluación, se debe realizar un estudio de toda la documentación disponible sobre el producto, incluyendo manuales de usuario, tutoriales, comparativas, experiencias de otros usuarios u otras fuentes de información que ayuden a profundizar en el conocimiento de las capacidades del producto [Nie et al. 2008] [Štemberger et al. 2009]. El número de criterios evaluados mediante el análisis realizado en esta tarea dependerá de la cantidad y calidad (detalle) de la documentación disponible para cada producto.

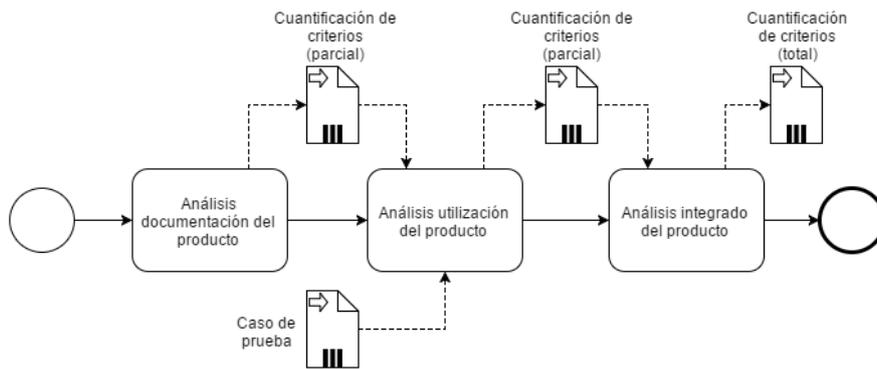


Figura 48. Proceso del método de evaluación

Por otra parte, para completar la evaluación de los criterios que necesariamente tiene que ser evaluados mediante la utilización del producto, el método propone la implementación de un caso de prueba consistente en algún proceso de negocio, lo suficientemente complejo como para poder evaluar los criterios prácticos, es decir, los criterios que requieren la utilización de la herramienta. La implementación del caso de prueba también permite verificar de forma práctica y refinar la valoración de los criterios realizada en el paso anterior mediante el estudio de la documentación.

Para poder evaluar otros criterios, como los concernientes a la integración con herramientas externas, además de la implementación del caso de prueba sobre la suite BPM, es necesario disponer de una infraestructura técnica que permita evaluar el producto BPMS interactuando con las herramientas externas. En nuestra comparativa de productos BPMS no realizaremos este paso.

En el Anexo 1 se ha incluido una tabla con los criterios que pueden ser evaluados en cada uno de los pasos definidos en el método. En los casos en los que se produzca solapamiento, es decir, un criterio puede ser evaluado en más de un paso del método, se puede refinar la puntuación del criterio en un paso posterior.

A modo orientativo, en la Tabla 11 se presenta una muestra de los criterios del grupo de criterios de Definición para ilustrar la evaluación de estos en cada uno de los pasos del método.

4.2.1. Valoración de criterios

La valoración de los criterios de evaluación varía según del tipo que sean, es decir, hay criterios que un producto puede o no cumplir, y hay otros que puede cumplir parcialmente. La puntuación obtenida por un criterio de evaluación puede variar entre 0 y 10 puntos.

Los criterios de cumplimiento parcial o completo, como por ejemplo, el criterio DE#1.1. “Soporte completo al lenguaje de modelado BPMN 2.0”, se valora con 10 puntos si la herramienta de desarrollo soporta el lenguaje BPMN 2.0 para el modelado de los procesos de negocio, o con 0 puntos si el lenguaje no está soportado. Se valora con 5 puntos si el cumplimiento es parcial.

Los criterios que contemplan varias opciones, como por ejemplo, el criterio DE#1.2. “Soporte a otros lenguajes de modelado (por ejemplo, BPEL, XPDL, AD, Petri Nets, YAWL, etc.)”, sumará 1 punto por cada una de las opciones que cumpla, con un máximo de 10 puntos.

Un caso excepcional es el de la valoración de los criterios del grupo Producto (Sección 4.1.8), ya que puntuar estos criterios puede resultar complejo. Para la valoración de este grupo de criterios se recomienda que la evaluación de los mismos sea realizada por usuarios con alta experiencia profesional en el sector de la ingeniería del software, que puedan puntuar lo más objetivamente posible estos criterios.

Por ejemplo, la valoración del criterio PR#1.1. “Plataforma tecnológica de desarrollo del BPMS (por ejemplo, Java, .NET, etc.)” dependerá totalmente de que la tecnología subyacente de una organización esté basada en tecnologías Java o .NET. Por ejemplo, para los criterios PR#5.1, PR#5.2 y PR#5.1, PR#6.1, PR#7.1 y PR#8.1, el evaluador deberá puntuar estos criterios basándose en su objetividad, buen juicio, experiencia o la impresión general que ha obtenido al revisar, por ejemplo, el número de clientes o de casos de éxito de un determinado producto, la cantidad y calidad de la documentación disponible o los servicios ofrecidos por el proveedor relacionados con el producto.

El método de evaluación permite personalizar la puntuación de los criterios de evaluación mediante la utilización de un factor de ponderación, con el que se les pueden asignar diferentes pesos a cada uno de los criterios en función de la importancia relativa que se les quiera dar con respecto al resto de criterios. La puntuación final del criterio se obtiene multiplicando la puntuación obtenida originalmente por el factor de ponderación establecido para el ese criterio (ver Ecuación 1). Esta forma de puntuar puede ser interesante en algunos casos en los que resulte relevante evaluar un producto BPMS primando unos criterios respecto a otros.

Sean $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$, las puntuaciones de los criterios de un grupo, y $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, los valores de los factores de ponderación (pesos) de cada criterio. Las puntuaciones ponderadas de los criterios se calculan como:

$$C' = \{c_1 \cdot w_1, c_2 \cdot w_2, \dots, c_n \cdot w_n\} = \{c'_1, c'_2, \dots, c'_n\}$$

Ecuación 1. Cálculo de la puntuación de criterios aplicando factores de ponderación

4.2.2. Valoración de grupo de criterios

La puntuación obtenida por un grupo se calcula como la media aritmética (promedio) de la puntuación de sus criterios (Ecuación 2).

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{n}$$

Ecuación 2. Cálculo de la puntuación de un grupo de criterios

Considerando las definiciones anteriores de las puntuaciones de los criterios y los valores de los factores de ponderación de cada criterio, C y W respectivamente, la puntuación ponderada de cada grupo de criterios se calcula como (Ecuación 3):

$$G' = \frac{\sum_{i=1}^n c_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Ecuación 3. Cálculo de la puntuación ponderada de un grupo de criterios

4.2.3. Valoración total del producto

Finalmente, la puntuación total obtenida por un producto BPMS se calcula como la suma de las puntuaciones de cada uno de los grupos de criterios evaluados.

La aplicación de factores de ponderación también puede extenderse para el caso del cálculo de la puntuación total de un producto. En este caso, la puntuación total de un producto también se calcula como la media ponderada pero aplicando los factores de ponderación a las puntuaciones de los grupos de criterios.

5. Caso de prueba

Para realizar la evaluación de las diferentes suites BPM, se propone la implementación de un caso de prueba práctico, para poder caracterizar y evaluar cada una de los productos BPMS seleccionados y compararlos según los criterios definidos en el método de evaluación.

El caso de prueba consiste en el proceso de negocio correspondiente a un flujo de aprobación de propuestas de compra mediante su modelado y definición. Estos modelos son completados añadiendo la información de negocio, las integraciones con otros sistemas software, la definición de los formularios web que permiten la interacción de los usuarios en las actividades humanas y la definición de las reglas de negocio necesarias. Con esto, se pueden evaluar los criterios correspondientes a las fases de definición y diseño.

Posteriormente, estos modelos son desplegados en el motor de procesos y quedan disponibles para su instanciación por parte de los usuarios. En este paso se evalúan los criterios correspondientes a las fases de despliegue y algunos de la fase de ejecución.

Finalmente probaremos la ejecución de los procesos de negocio desde la perspectiva de cada uno de los actores definidos en el caso de prueba, lo que permite evaluar los criterios correspondientes a las fases de ejecución, administración y monitorización.

5.1. Proceso de aprobación de propuestas de compra

En el caso de prueba propuesto cualquier usuario del sistema puede crear propuestas de compra mediante el proceso *Purchase Proposal*, que son enviadas a los proveedores. Estos proveedores consideran la propuesta y responden con sus ofertas. En el proceso *Provider Offer*, los usuarios introducen las ofertas recibidas en el sistema, para evaluarlas posteriormente, hasta recibir una oferta que cumpla las condiciones.

Posteriormente la propuesta se analiza junto con su oferta, pudiendo editar la propuesta si es necesario reconsiderarla. El analista puede rechazar o aceptar la propuesta, en cuyo caso se envía al encargado de la revisión del análisis.

Cuando se da el visto bueno al análisis, se pasa a resolver la propuesta determinando si se acepta, o por el contrario, se rechaza definitivamente.

5.1.1. Usuarios

El sistema de disponer de usuarios registrados. La información que se desea mantener de los mismos se detalla en la Tabla 11.

Campo	Tipo	Descripción
Login	Texto	Nombre de usuario en el sistema
Name	Texto	Nombre del usuario
Surname	Texto	Apellidos del usuario

Email	Texto	Correo electrónico del usuario
Skill	Selección simple	Rol del usuario en la organización
Languages	Selección múltiple	Lenguajes que conoce el usuario
Budgetary level	Numérico	Nivel presupuestario del usuario

Tabla 11. Datos de negocio de usuario

El campo *Skill*, que representa el rol de usuario en el sistema, puede contener uno de los siguientes valores:

- Analyst
- Evaluator
- Manager

Para el campo *Languages*, los posibles valores que se pueden seleccionar son:

- English
- French
- Spanish
- Russian
- Chinese
- Arab
- Italian
- Japanese

5.1.2. Purchase Proposal

Se trata de un proceso de aprobación de propuestas de compra, donde los usuarios crean propuestas de compra que se envían a los proveedores. Estos proveedores consideran la propuesta y envían sus ofertas.

En el proceso hijo *Provider Offer*, las ofertas enviadas por los proveedores son introducidas en el sistema a través de un formulario. Después, las ofertas son evaluadas hasta recibir una que cumpla las condiciones.

Posteriormente, la propuesta se analiza conjuntamente con su oferta. Si es necesario reconsiderar la propuesta, se edita. Además, el analista puede rechazar o aceptar la propuesta.

Si la propuesta es aceptada, se envía al encargado de la revisión de ese análisis. Nuevamente, la propuesta puede ser aceptada o ser devuelta para su análisis.

Cuando se da el visto bueno al análisis, se pasa a resolver la propuesta determinando si se acepta, o por el contrario, se rechaza finalmente.

En la Figura 49 se puede observar los diferentes estados por lo que pasa una propuesta de compra hasta ser aceptada o rechazada.

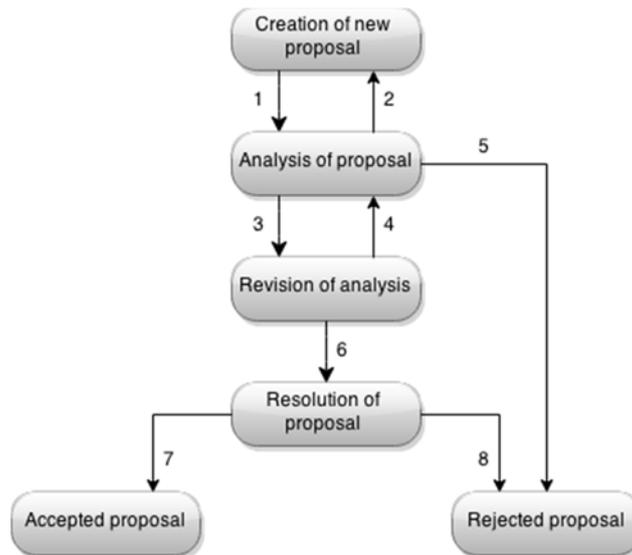


Figura 49. Flujo del proceso Purchase Proposal

5.1.2.1. Actores

Creator: Es el usuario que crea la propuesta. Cualquier usuario puede crear propuestas.

Analyst: Es el usuario que analiza la propuesta. Pueden ser asignados como analistas aquellos usuarios que tengan el atributo *analyst* y que entre los idiomas que conocen se encuentre el idioma de la oferta del proveedor.

Reviewer: Es el usuario que revisa el análisis de la propuesta y la pasa a aprobación o la devuelve al analista. Pueden ser asignados como revisores aquellos usuarios que tengan el atributo *evaluator*.

Resolver: Es el usuario que aprueba o rechaza la propuesta. Pueden ser asignados para resolver la propuesta aquellos usuarios que tengan el atributo *manager* y su nivel presupuestario sea mayor o igual que el importe de la oferta.

5.1.2.2. Datos de negocio

Para la propuesta de compra, los datos de negocio que deberá introducir el usuario son los descritos en la Tabla 12:

Campo	Tipo	Descripción
Proposal code	Numérico	Secuencia automática
Proposal date	Fecha	Fecha en la que se crea la propuesta
Due date	Fecha	Fecha en la que se esperan recibir los artículos
Articles	Texto	Artículos propuestos para la compra
Analyst comments	Texto	Comentarios del analista de la propuesta
Reviewer comments	Texto	Comentarios del evaluador del análisis de la propuesta

Resolver comments	Texto	Comentarios del aprobador de la propuesta
-------------------	-------	---

Tabla 12. Datos de negocio del proceso Purchase Proposal

5.1.2.3. Restricciones

A continuación se detallan las restricciones que se deben aplicar al proceso:

- El usuario que analiza la propuesta no puede ver quién es el usuario que ha creado la misma.
- El usuario que evalúa el análisis de la propuesta no puede ver quién es el usuario que ha creado la misma.
- El usuario que resuelve la propuesta no puede ver quién es el usuario que ha creado la misma.
- Un usuario no puede ser asignado para analizar, evaluar o resolver una propuesta si él es el creador de la misma.
- El campo *Reviewer comments* no debe ser visto por el creador de la propuesta salvo que ésta se encuentre rechazada.

5.1.2.4. Eventos

Cuando la propuesta llega al estado *Accepted_Proposal*, se debe enviar una notificación (correo electrónico) al usuario que creó la propuesta.

5.1.2.5. Informes

Todas las propuestas que hayan pasado más de 3 veces por ANALYSIS_OF_PROPOSAL y que estén en RESOLUTION_OF_PROPOSAL.

Mostrar las propuestas que cumplan las condiciones seleccionadas en los siguientes filtros de búsqueda:

- Que estén en un estado en concreto "DesplegableDeEstados".
- Que haya estado en el estado "DesplegableDeEstados" en el siguiente rango de fechas: "Fecha1" y "Fecha2".
- Que el importe sea "DesplegableDeCondición" (>, <, =) que "Importe".
- Que el usuario asignado como "DesplegableDeActores" sea el usuario "VentanaSelecciónUsuarios".

5.1.3. Provider Offer

Se trata de un proceso de recepción y aprobación de ofertas provenientes de los proveedores. Como no se especifica la forma en que llegan las ofertas, asumimos deberán ser los usuarios quienes introduzcan los datos de las mismas en el sistema.

Los distintos estados que componen el proceso se puede ver en la Figura 50.



Figura 50. Flujo del proceso Provider Offer

5.1.3.1. Actores

Los actores que participan en el proceso de creación y aprobación de ofertas de proveedores son:

Creator: Es el usuario que crea la oferta de un proveedor. Cualquier usuario puede introducir ofertas en el sistema.

Analyst: Es el usuario que evalúa la oferta y la califica. Pueden ser asignados como analistas aquellos usuarios que tengan el atributo *analyst* y que entre los idiomas que conocen se encuentre el idioma de la oferta del proveedor.

5.1.3.2. Datos de negocio

Las ofertas de proveedor deberán incluir los datos de negocio descritos en la Tabla 13:

Campo	Tipo	Descripción
Provider	Texto	Nombre del proveedor de la oferta
Provider country	Selección simple	País del proveedor de la oferta
Total amount	Fecha	Importe total de los artículos de la oferta
Language	Selección simple	Lenguaje de la oferta
Decision	Numérico	Resultado de la resolución de la oferta tras evaluarla

Tabla 13. Datos de negocio del proceso Provider Offer

Para el campo *Provider country*, los posibles valores serán precargados de alguna de las tablas con datos de países disponibles en la web.

Para el campo *Language*, los posibles valores serán los mismos que los indicados para los usuarios.

5.1.3.3. Restricciones

A continuación se detallan las restricciones que se deben aplicar al proceso:

- El usuario que analiza la oferta no puede ver quién es el usuario que ha creado la misma.

5.1.3.4. Eventos

No se han definido eventos específicos para este proceso.

5.2. Restricciones

Debido a restricciones temporales resulta inviable realizar la evaluación de todos los criterios y del todos los pasos del método definido en el marco comparativo para las herramientas seleccionadas. Por lo tanto, restringiremos la evaluación de las herramientas seleccionadas.

Respecto a los criterios del marco comparativo, descartamos la evaluación de los criterios definidos en la Sección 4.4.1 (identificación), ya que ninguna de las herramientas seleccionadas para la evaluación presenta estas características.

La evaluación de los criterios correspondientes a las fases operacionales del marco comparativo, es decir, despliegue, ejecución, administración y monitorización son evaluados en un entorno de prueba que normalmente se integra en el entorno de desarrollo de los productos.

Respecto al método de evaluación, no realizaremos el tercer paso del proceso propuesto en la Sección 4.2, ya que implica disponer de una infraestructura empresarial que cuente con las herramientas externas con las se deben integrar las suites BPM desplegadas.

5.3. Entorno de evaluación

Para llevar a cabo la evaluación de las herramientas seleccionadas, es necesario realizar la instalación de cada una de ellas sobre un sistema operativo que tenga soporte para la máquina virtual Java. En este caso, y ya que ambas herramientas son de código abierto, hemos seleccionado como sistema operativo una distribución Linux también de código abierto, concretamente la distribución Ubuntu Desktop 12.04 LTS.

El sistema operativo debe contar con la instalación de una Máquina Virtual Java (JVM), ya que tanto Bonita BPM como Activiti BPM Platform se ejecutan sobre la misma. En este caso, hemos instalado la versión 7 de la JVM de Oracle, esto es, la JDK 7u40.

Además, el sistema operativo debe contar con la instalación de un Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales (RDBMS), que es necesario para albergar tanto los datos de los procesos en ejecución como los datos de negocio. En este caso hemos seleccionado *PostgreSQL*, en su versión 9.4, ya que se trata de un RDBMS de código abierto utilizado ampliamente, que presenta unas características de madurez, eficiencia y estabilidad bastante buenas.

Puesto que tanto los motores de ejecución como los portales de ambas herramientas son aplicaciones web, es necesario instalar un servidor o contenedor de aplicaciones tipo JBoss, Apache Tomcat o similares. En este caso, seleccionamos Apache Tomcat 7.0.52, que es la versión existente en los repositorios de Ubuntu en el momento de la preparación del entorno, ya que tanto su instalación como su configuración resultan muy sencillas.

5.4. Selección de productos

Para la implementación del caso de prueba seleccionamos dos herramientas BPMS de código abierto mencionadas en [BPI 2015], que además cuentan con relativa fama en el sector de las suites BPM de código abierto, y conocemos de antemano por nuestra experiencia profesional.

Bonita BPM resuelve con mucha solvencia los objetivos de cualquier BPMS actual, es decir, social, colaborativa y sin apenas necesidad de codificación. Es una herramienta que destaca por la facilidad de utilización y con un diseño intuitivo de las diferentes herramientas que lo componen.

Activiti BPM Platform, aunque es una de las suites más recientes aparecidas en la escena del BPMS de código abierto, está respaldada por la empresa Alfresco Software Inc. muy conocida por su extendido ECM de código abierto de mismo nombre, que además, implementa Activiti como motor interno para gestionar los flujos de los contenidos [Alfresco 2015a]. Alfresco Software también ha establecido recientemente una línea de servicios BPM, bajo el modelo OSS de proveedor único, basados en la plataforma Activiti BPM [Alfresco 2015b].

Las versiones utilizadas para cada uno de los productos evaluados son:

- *Bonita BPM Community Edition 6.1.1*
- *Activiti BPM Platform Community 5.13.0*

6. Bonita BPM

Bonita BPM es una de las suites BPM que goza de mayor popularidad gracias a que es de código abierto, de fácil instalación y configuración, ofreciendo un amplio conjunto de funcionalidades.

La suite Bonita BPM es desarrollada por la empresa Bonitasoft, fundada en 2009, y surgida de la idea de un ingeniero del INRIA en 2001. En esos años, el proyecto se mantiene en incubación dentro de la empresa científica francesa Bull [Wikipedia 2015]. La empresa ha experimentado en los últimos años un crecimiento de más de 3 millones en las descargas de código abierto, capacitación de más de 1000 clientes en más de 60 países, y un importante desarrollo interno, contando en la actualidad con 150 empleados, localizados a nivel internacional [Bonita 2015c].

Según el fundador, el principal objetivo de Bonitasoft es la democratización de la gestión de procesos de negocio, para que esté a disposición de un mayor número de organizaciones y de usuarios en múltiples formatos. Y para conseguir ese objetivo, la empresa apoya con fuerza el software de código abierto, ya que su plataforma BPM se sustenta sobre estándares con licencia de código abierto.

Bonitasoft cuenta con varios inversores de capital riesgo, con una importante red de partners distribuidos por todo el mundo, así como con una larga lista de clientes.

Ofrece un completo catálogo de servicios que van desde el soporte profesional del producto, cursos de formación, tanto presenciales como online, a servicios de consultoría sobre diferentes aspectos de su plataforma BPM. Dispone de diversos recursos de documentación, como la biblioteca BPM, con información general sobre BPM, biblioteca de procesos, con múltiples ejemplos de modelado de procesos de negocio, webinars, vídeos de demos y tutoriales, un blog de publicación de noticias, documentación detallada del producto, un glosario de términos utilizados en BPM.

Cuenta con una amplia y activa comunidad en la que son resueltas las dudas de los usuarios, incluso por empleados de Bonitasoft. Se pueden crear nuevas propuestas de proyectos y contribuir en el desarrollo del producto, como el desarrollo de conectores, que son puestos a disposición de la comunidad, y actualmente cuenta con un conjunto amplio de recursos.

En cuando a Bonita BPM, además de la versión de código abierto, es decir, la versión Community, Bonitasoft ofrece otras tres ediciones diferentes, bajo la modalidad de suscripción: Teamwork, Efficiency y Performance. A continuación se muestra una tabla comparativa con las funcionalidades ofrecidas por cada una de las ediciones de Bonita BPM.

Funcionalidades	Ediciones			
	Community	Teamwork	Efficiency	Performance
Modelado y desarrollo				
Modelado de procesos colaborativo	✓	✓	✓	✓
Modelado de procesos colaborativo	✓	✓	✓	✓
Importación y exportación de procesos	✓	✓	✓	✓
Tablas de decisión	✓	✓	✓	✓
Validación del modelo	✓	✓	✓	✓
Colaboración/Repositorio BPM		✓	✓	✓
Generación de documentación		✓	✓	✓
Gestión de datos complejos		✓	✓	✓
Perfiles de usuario (Portal)		✓	✓	✓
Administración de datos de negocio		✓	✓	✓

Perfil de usuario personalizado (Studio)			✓	✓
Plantillas de procesos de negocio			✓	✓
Parámetros de procesos externalizados				✓
Conexión con sistemas de información				
Conectores con sistemas externos	✓	✓	✓	✓
Asistente de desarrollo de conectores	✓	✓	✓	✓
Asistente gráfico SQL		✓	✓	✓
Asistente de conexión a Web Services		✓	✓	✓
Asistente Salesforce.com		✓	✓	✓
Asistente de conexión SAP			✓	✓
Definición de la organización y actores				
Definición de las organizaciones	✓	✓	✓	✓
Identificación de los actores	✓	✓	✓	✓
Organizaciones	✓	✓	✓	✓
Sincronización con LDAP		✓	✓	✓
Diseño de formularios y aplicaciones				
Editor de formularios web "easy to use"	✓	✓	✓	✓
Editor de apariencias (look & feel)		✓	✓	✓
Editor de formularios web dinámicos		✓	✓	✓
Guardar y reutilizar formularios		✓	✓	✓
Simulación y optimización				
Simulación	✓	✓	✓	✓
Optimización de procesos		✓	✓	✓
Test, ejecución e implementación				
Ejecución asíncrona	✓	✓	✓	
APIs Java y REST	✓	✓	✓	✓
Registros configurables		✓	✓	✓
Gestión de múltiples entornos		✓	✓	✓
Gestión multi-tenant				✓
Clustering				✓
Aplicaciones en producción				
Creación de aplicaciones de negocio	✓	✓	✓	✓
Bonita BPM Portal	✓	✓	✓	✓
Gestión documental	✓	✓	✓	✓
Búsqueda de datos de proceso	✓	✓	✓	✓
Subtareas			✓	✓
Perfil de usuario personalizado (Portal)			✓	✓
Búsqueda de datos de negocio			✓	✓
Portal móvil			✓	✓
Páginas personalizadas			✓	✓
Gestión de errores				✓
Actualización en ejecución				✓
Monitorización y elaboración de informes				
Indicadores Clave de Rendimiento (KPI)		✓	✓	✓
Reportes personalizados		✓	✓	✓

Tabla 14. Comparación de características según la edición de Bonita BPM (v6.5.0)

Bonita BPM consiste en dos herramientas complementarias: Bonita BPM Studio, que es la herramienta de desarrollo para definición y diseño de los procesos de negocio, y Bonita BPM Platform, que es la plataforma de ejecución de los procesos de negocio, es decir, el entorno operativo de ejecución administración y monitorización.

6.1. Bonita BPM Studio

Bonita BPM Studio es la herramienta gráfica para la definición y diseño de los de procesos de negocio, es decir, la herramienta de desarrollo para los analistas de negocio y los desarrolladores de aplicaciones. Está basado en la plataforma Eclipse, un popular entorno integrado de desarrollo (IDE) Java de código abierto que puede ser extendido fácilmente y que es altamente

personalizable. Bonita BPM Studio consta de varios componentes que permiten el modelado y diseño de las diferentes características que se deben incorporar a los procesos de negocio.

Tal y como se observa en la Figura 51, el área de trabajo de Bonita BPM Studio está formada por un panel lateral que contiene todos los elementos que permite definir el modelo de los procesos de negocio mediante el lenguaje BPMN 2.0, con soporte para arrastrar y soltar. A la vista de este panel, podemos concluir que no parece implementar todas las primitivas gráficas disponibles para la definición de proceso de negocio en este lenguaje de modelado.

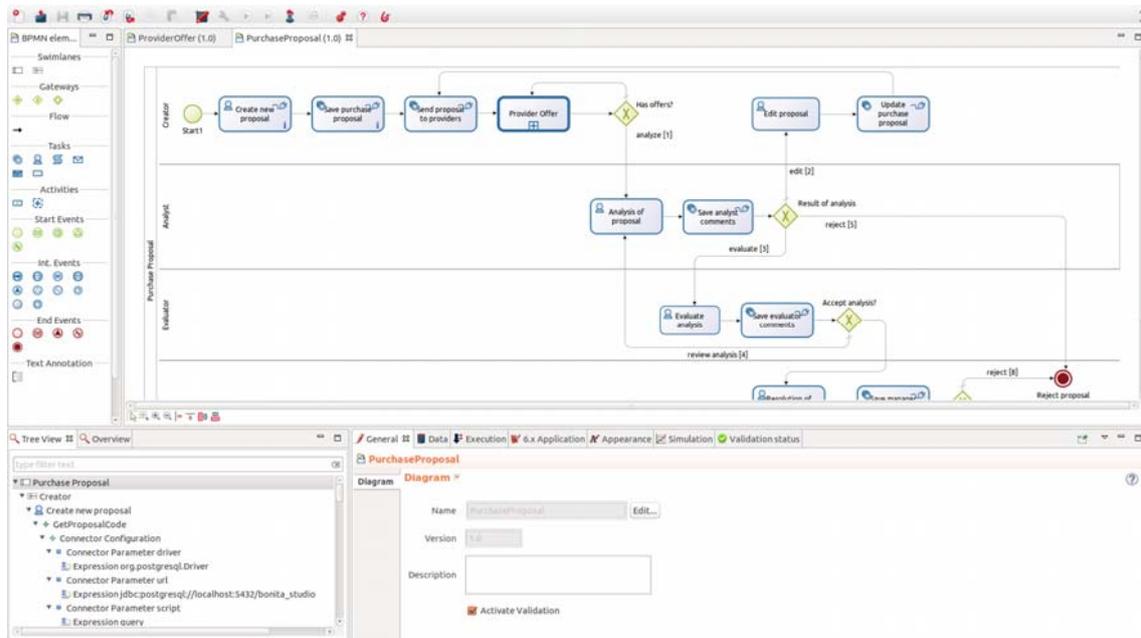


Figura 51. Área de trabajo de Bonita BPM Studio

Al seleccionar el diagrama completo, la pool, una lane o una tarea, las pestañas de herramientas de la parte inferior derecha proporcionan funcionalidades de diseño en función del tipo elemento seleccionado, para definición de datos, variables, parámetros, documentos (incorporados, con CMIS o con conector Alfresco) u objetos de negocio, conectores de integración, diseño de formularios, datos de simulación y otras características, como se puede observar en la Figura 52.

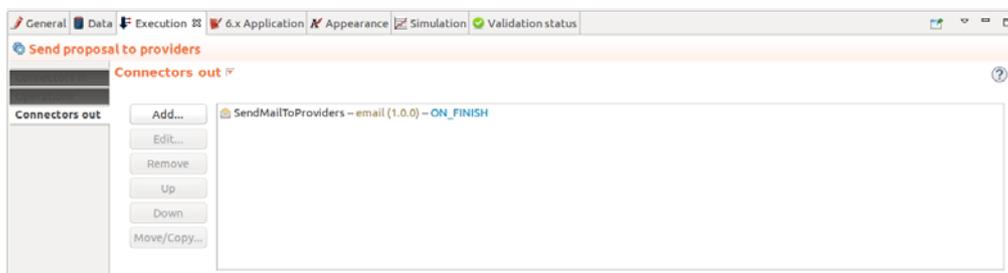


Figura 52. Panel de pestañas de herramientas para implementación de procesos

Bonita BPM Studio es capaz de importar diagramas de procesos de negocio definidos con la propia herramienta desde las versiones 5.9, 5.10 (ficheros .bar), 6.x y 7.x (ficheros .bos), además de modelos definidos como BPMN 2.0, XPDL 1.0 y jBPM 3.2, tal y como se puede observar en la

Figura 53 La posibilidad de importar desde las herramientas MS Vision 2010 y ARIS BPM 7.x solamente está disponible para las versiones de suscripción. En cuanto a la exportación de diagramas, es capaz de hacerlo en su propio formato, es decir, ficheros .bos, permitiendo seleccionar los recursos y formularios que se desean exportar, pero también como BPMN 2.0 (fichero .bpmn), en el que no se exportan ni recursos ni formularios, o como imagen.

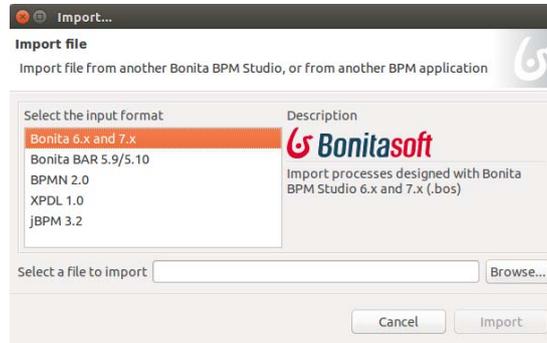


Figura 53. Diálogo de importación de diagramas de Bonita BPM Studio

Desafortunadamente, la gestión de KPIs solamente está disponible en las versiones de suscripción de Bonita BPM.

Las reglas de negocio pueden ser modeladas implícitamente mediante la evaluación de expresiones, programáticamente o mediante tablas de decisión, que pueden ser creadas para algunos componentes, como las puertas, desde el panel de herramientas. También pueden ejecutarse reglas de negocio explícitas mediante la ejecución de un conector. En la versión Community no se incluyen conectores específicos para realizar dicha integración.

Bonita BPM Studio también cuenta con características para la gestión, publicación, importación y exportación del modelo organizacional, en el que se pueden definir grupos, roles, usuarios y asociaciones de grupos y usuario a través de roles. Esto permite una gestión flexible de la estructura de la organización. Para los usuarios, permite añadir diversa información tanto personal como profesional predefinida, además de permitir agregar atributos personalizados (ver Figura 54). Permite definir más de una organización, que posteriormente puede ser exportada para ser publicada en el motor de procesos por el administrador de la plataforma a través de Bonita BPM Portal. En las ediciones de suscripción se dispone de un conector para sincronización con LDAP que permite sincronizar la información de la organización con Bonita BPM Engine.

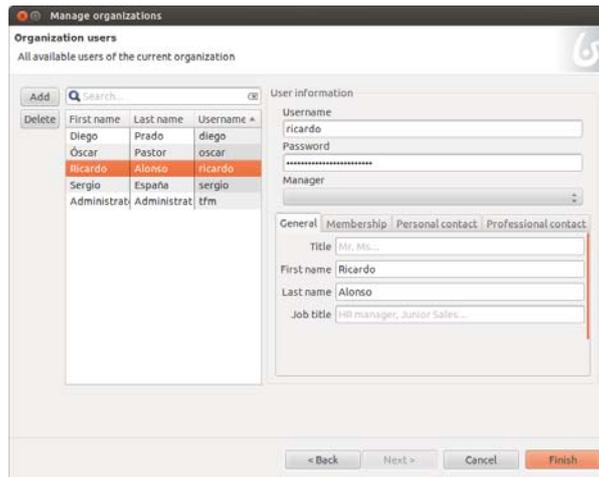


Figura 54. Gestión del modelo organizacional en Bonita BPM Studio

A nivel de diseño, Bonita BPM Studio permite definir, gestionar, implementar importar y exportar conectores personalizados. Así mismo, proporciona estas facilidades para gestionar los scripts Java, Groovy, los filtros de actores, el modelo de datos de negocio y gestionar las librerías .jar (ver Figuras 55 y 56).

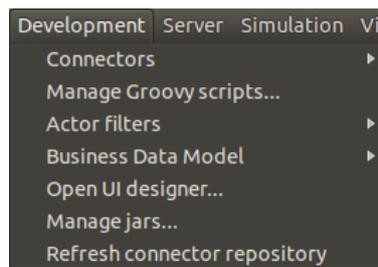


Figura 55. Herramientas de desarrollo de Bonita BPM Studio

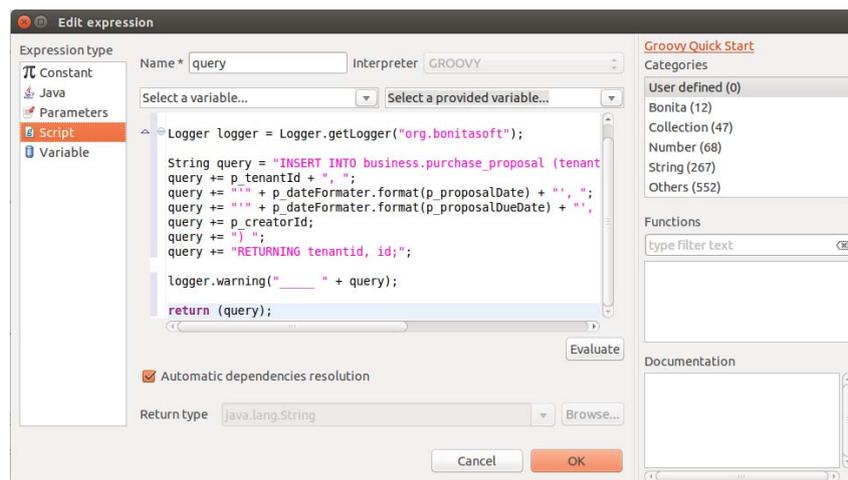


Figura 56. Editor de scripts de Bonita BPM Studio

Para el diseño de las interfaces gráficas de usuario, Bonita BPM Studio, en la versión 6.x, proporciona un editor de formularios que dispone de una buena colección de widgets para el diseño estos (ver Figura 57). Permite añadir validaciones a los campos, cargar campos con datos

provenientes del proceso, formularios multipágina, modificar la maquetación, añadir estilos y pre visualizar el formulario.

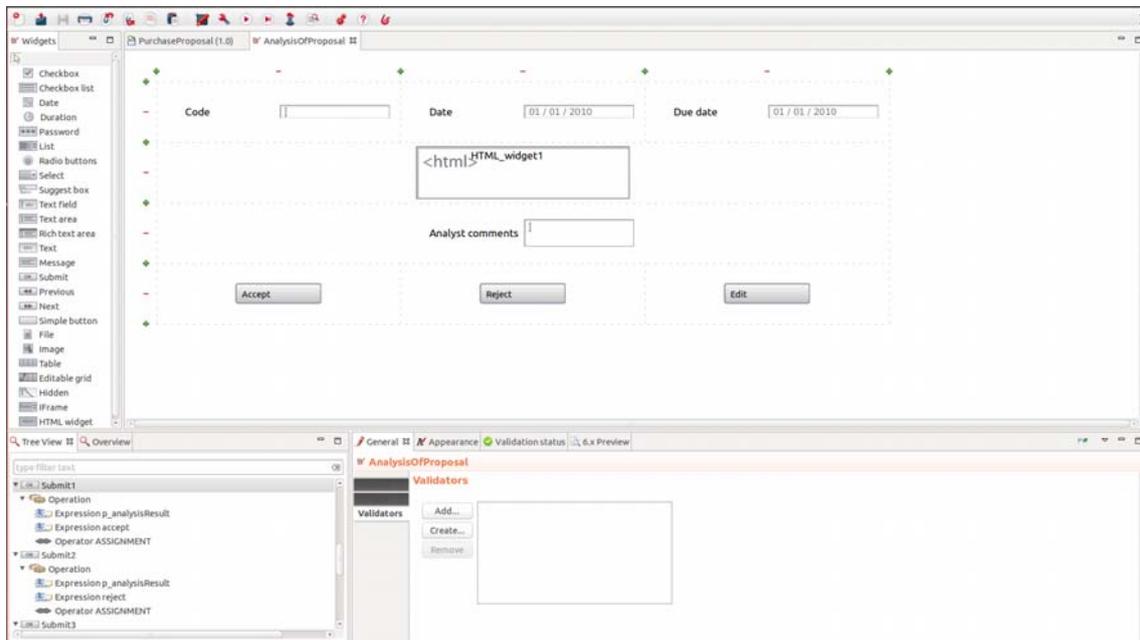


Figura 57. Diseñador de formularios web (v6.x)

En la versión 7.x, se proporciona compatibilidad para los formularios definidos con la anterior versión, pero se recomienda migrar estos a la nueva herramienta que Bonita BPM Studio proporciona, llamada UI Designer. Se trata de una aplicación web que proporciona un editor de interfaces de usuario (páginas y formularios) bastante mejorado respecto al diseñador de formularios que le precede (ver Figura 58), y que proporciona ventajas desacoplando el diseño de las interfaces de usuario de la definición de los procesos de negocio mediante contratos. Genera páginas HTML extendidas con el framework JavaScript Angular JS. También es posible utilizar formularios externos especificando sus URLs, siempre que cumplan con el contrato definido para la tarea de usuario del proceso.

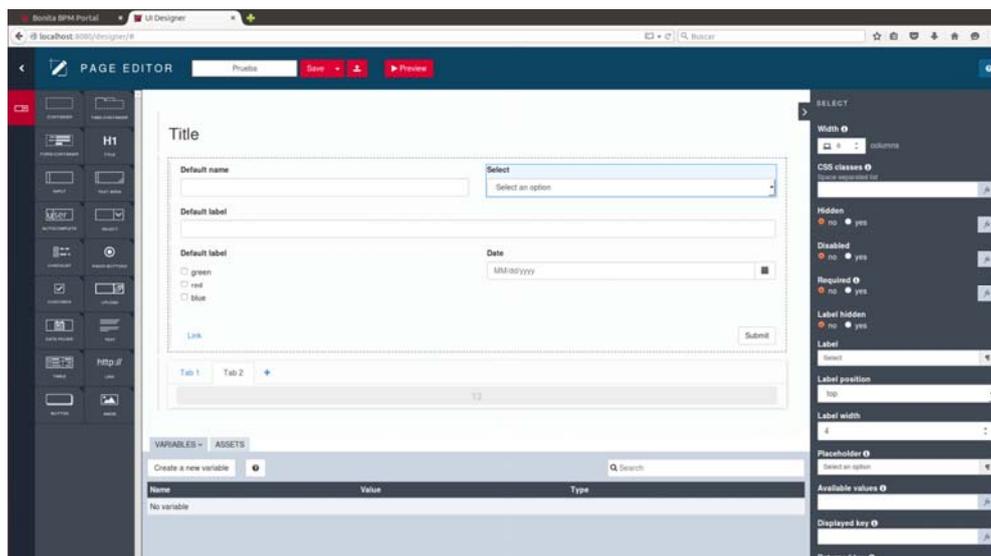


Figura 58. Bonita BPM Studio UI Designer (v7.x)

Otra característica muy útil que incorpora Bonita BPM Studio es la importante colección de conectores para integración con diversos sistemas que la herramienta proporciona por defecto, que permite un diseño muy rápido a la hora de implementar estas integraciones en los procesos de negocio (ver Figura 59). A esto hay que añadirle la posibilidad de desarrollar conectores personalizados. Aunque es necesario un esfuerzo de programación, el desarrollo de estos conectores prácticamente elimina las posibilidades de integración para los procesos de negocio. Para ello, la herramienta proporciona un asistente para la configuración de todos los parámetros necesarios para utilizar estos conectores durante el diseño de los procesos.

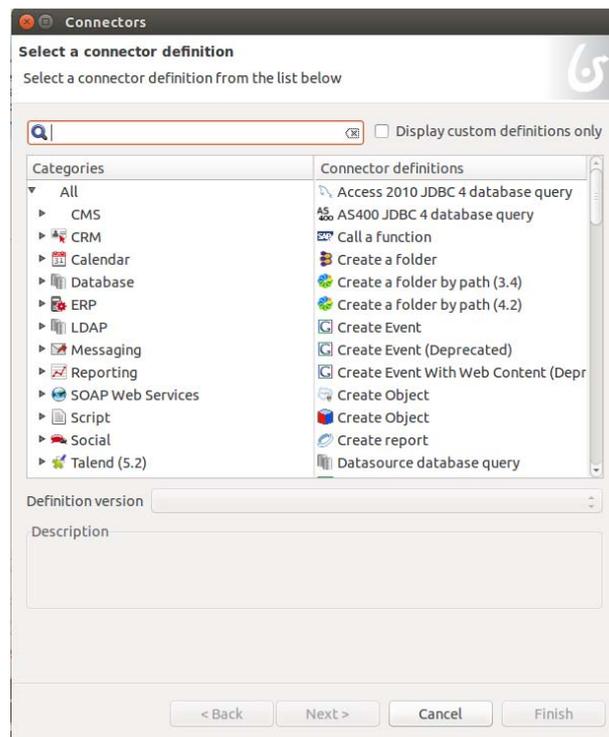


Figura 59. Conectores proporcionados por Bonita BPM Studio

Para la simulación de los procesos de negocio diseñados, Bonita BPM Studio proporciona características para gestionar los recursos utilizados durante la simulación, además de gestionar perfiles, que permiten configurar parámetros temporales para la simulación, o importar y exportar tanto los recursos como los perfiles de simulación (ver Figura 60).

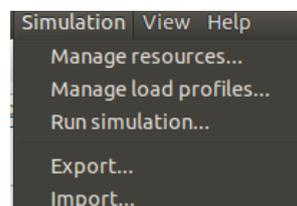


Figura 60. Herramientas de simulación de BPM Studio

Para facilitar la prueba de los procesos de negocio definidos, Bonita BPM Studio incorpora una base de datos H2 Database Engine y la plataforma Bonita BPM (motor y portal), que permiten desplegar de manera automatizada el proceso en el motor de ejecución e interactuar a través del portal web como si se tratara del entorno operativo. Permite la ejecución y depuración de

los procesos de negocio permitiendo especificar los recursos que no se quieran depurar (ver Figura 61). También permite activar o desactivar la validación automática de los diagramas diseñados.

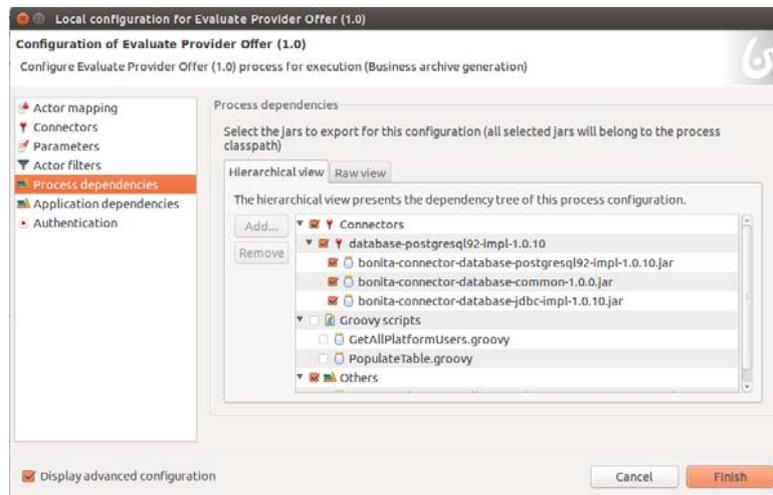


Figura 61. Configuración del servidor embebido para pruebas de ejecución de procesos

Bonita BPM Studio presenta un entorno muy completo e intuitivo para la definición y el diseño de procesos de negocio, aunque al estar basado en Eclipse, se trata de una herramienta standalone, que no presenta características de gestión de interacción humana (HIM).

Las únicas características colaborativas que presenta la herramienta se refieren a la utilización de un repositorio Subversión (SVN) compartido, aunque solo está disponible para las versiones de suscripción. La versión community tiene un repositorio local en el sistema de ficheros.

Una vez que el proceso está implementado, se puede construir para ser desplegado. Bonita BPM Studio genera el fichero del proceso de negocio (fichero .bar), que puede ser desplegado desde el portal web de administración de la plataforma. Este fichero incluye todos los recursos, conectores y dependencias configuradas (ver Figura 61) para el proceso de negocio.

6.2. Bonita BPM Platform

Bonita BPM Platform está formado por dos componentes fundamentales, que interactúan entre sí, apoyándose en componentes externos, para ejecutar los procesos de negocio definidos con Bonita BPM Studio (Figura 62).

- *Bonita BPM Engine*. Es el motor de ejecución de los procesos de negocio y es transparente para los usuarios.
- *Bonita BPM Portal*. Es la interfaz de usuario que Bonita expone a los usuarios de los procesos de negocio, y que utilizan para ver sus tareas e interactuar con la plataforma. Esta herramienta también es utilizada por los administradores de procesos para instalar, desplegar y gestionar los procesos.

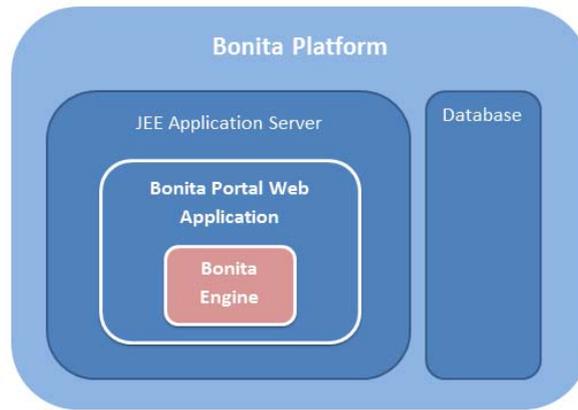


Figura 62. Arquitectura de alto nivel de Bonita BPM Platform

Bonita BPM Platform proporciona un portal web para facilitar a los usuarios la interacción con el motor de procesos, en el que existen dos perfiles diferentes, usuario y administrador.

Desde la perspectiva de usuario, el portal está dividido en tres columnas principales, izquierda, que contiene los filtros, central, que contiene las acciones, y derecha, que muestra más información (ver Figuras 63 y 64). Según la pestaña de tareas, casos o aplicaciones que esté seleccionada, los filtros del panel izquierdo varía para filtrar el contenido mostrado en el panel central. Cuando una de las acciones es seleccionada en este panel, la columna derecha muestra la información detallada asociada a la acción (Figura 65), en el que se muestran detalles de la acción, se permite iniciar la acción, navegar a una nueva pantalla con más nivel de detalle de la acción (ver Figura 66), desde la que se pueden añadir comentarios, ver detalles relevantes e incluso ver los formularios completados por el usuario.

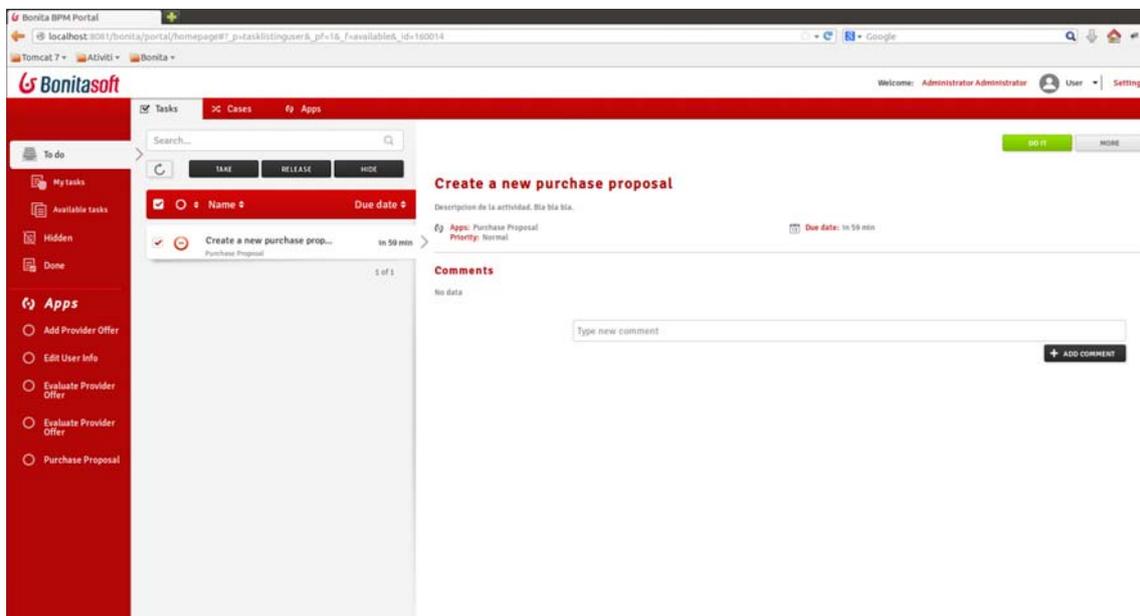


Figura 63. Portal de usuarios de Bonita BPM Platform

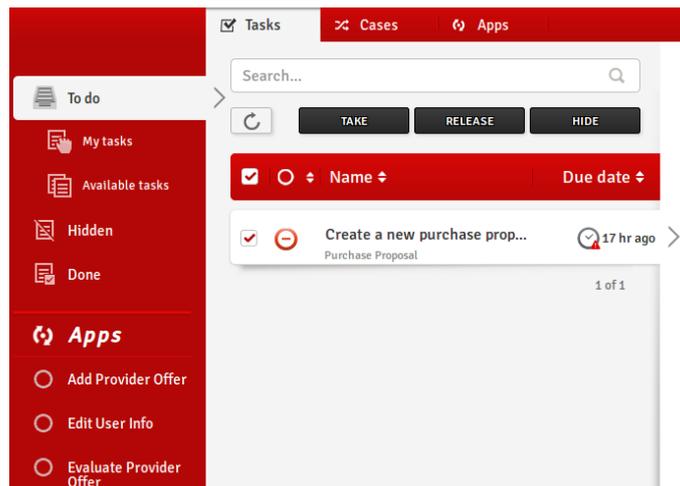


Figura 64. Detalle de las columnas de filtro y acciones del portal de usuarios

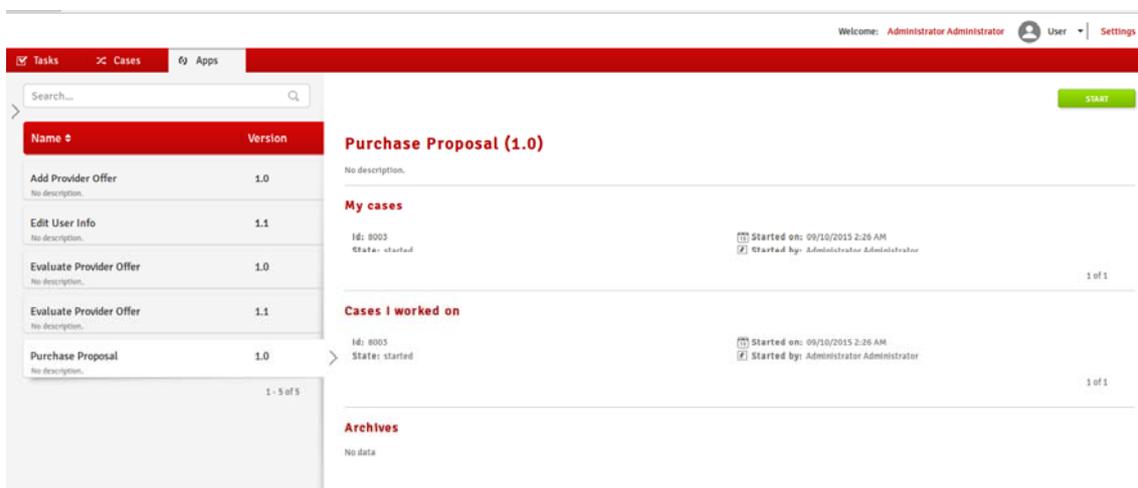


Figura 65. Detalle de la columna de información detallada de acciones

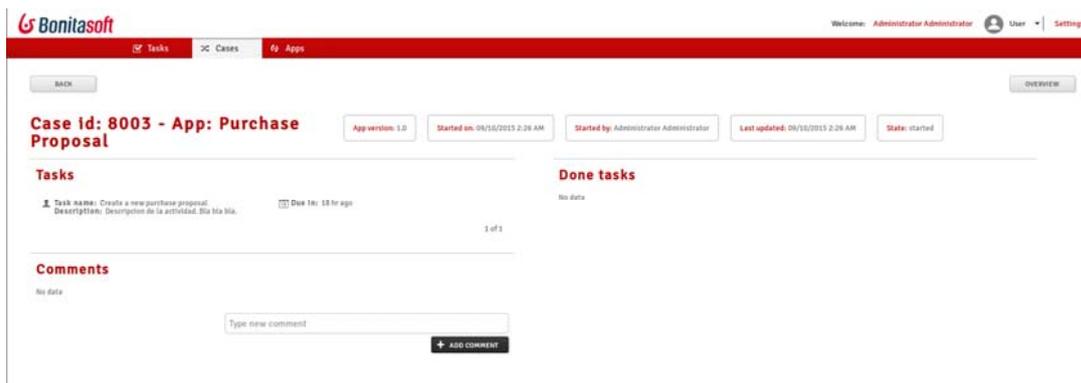


Figura 66. Detalle de una acción

Bonita BPM Platform también proporciona un apartado para la administración y configuración de la plataforma (ver Figura 67) a través del portal web, que presenta la misma estructura visual que para los usuarios. Mediante el panel lateral izquierdo, se pueden filtrar las acciones, y al selecciona una, el panel derecho se muestra información asociada a la acción, permitiendo navegar a una pantalla con información más detallada (ver Figura 68), asignar o desasignar las

tareas humanas y añadir comentarios. También permite tanto gestionar la estructura organizacional, grupos, usuario y roles, además de importar o exportar este modelo.

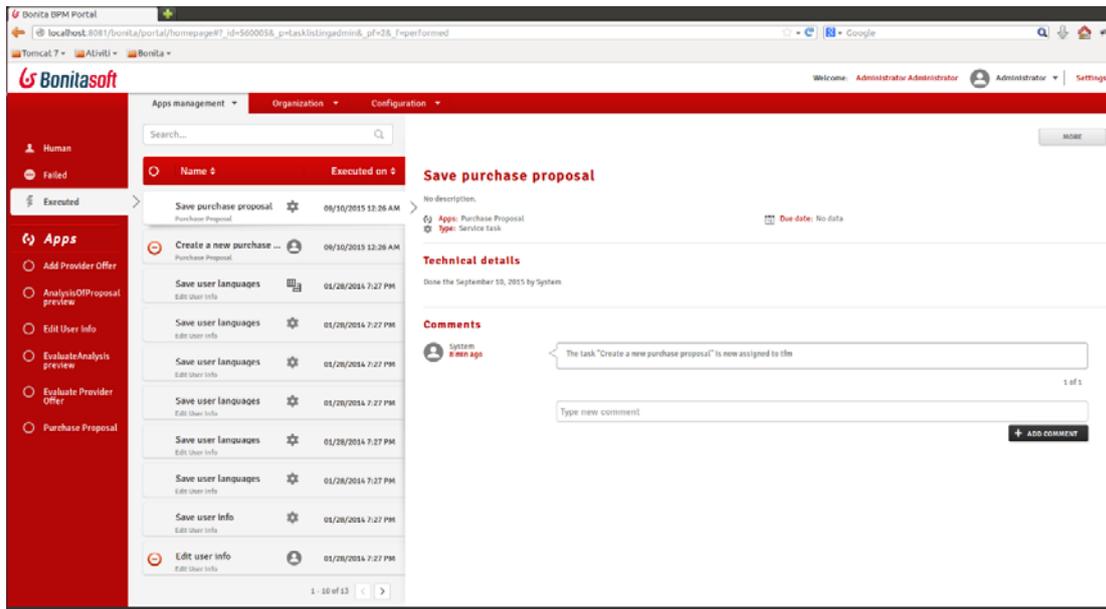


Figura 67. Portal de administración de Bonita BPM Platform

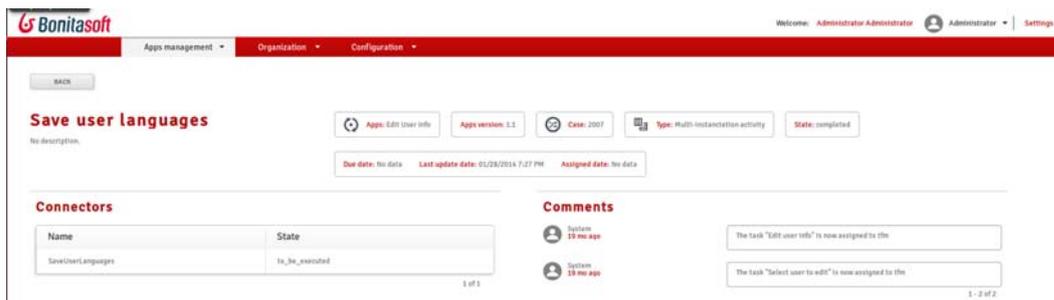


Figura 68. Detalles de ejecución de acciones

6.3. Modelo de datos de negocio

De entre las buenas prácticas que Bonita recomienda para la gestión de procesos de negocio, está la de separar los datos propios del negocio de los datos de los procesos. Para ello, Bonita propone separar en una base de datos independiente todos los datos de negocio. A partir de la versión 6.3, se introduce el Modelo de Datos de Negocio (BDM), que proporciona acceso compartido entre todas las aplicaciones y procesos de una organización a los datos de negocio. En este caso, los objetos de datos de negocio son almacenados en una base de datos independiente de forma automática. Para la implementación del caso de prueba no se ha utilizado esta característica porque requiere profundizar en el conocimiento de la herramienta y queda fuera del alcance de este trabajo.

Por lo tanto, y siguiendo esta filosofía, se ha creado una base de datos independiente a la base de datos de procesos (donde el motor almacena los datos de las instancias en ejecución), y un

modelo de datos de negocio manualmente para almacenar los datos necesarios para el caso de prueba propuesto (ver Figura 69). Este modelo de datos será accedido mediante la implementación de conectores JDBC en la fase de diseño.

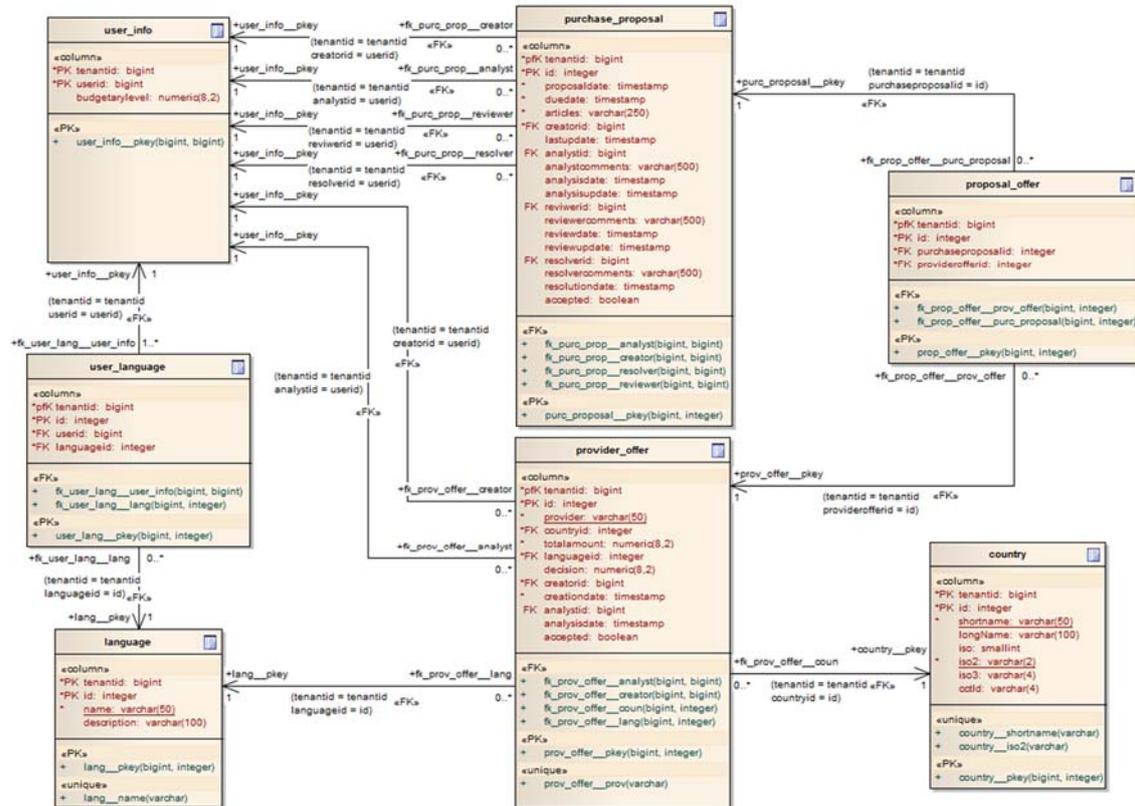


Figura 69. Modelo de datos de negocio para el caso de prueba

6.4. Modelo de proceso de negocio

6.4.1. Edit User Info

Este proceso de negocio (ver Figura 70) permite añadir los datos de usuario necesarios para el caso de prueba propuesto, y que no se están contemplados en el modelo de datos de proceso de Bonita. Se ha implementado este proceso para facilitar y flexibilizar la modificación de los datos de usuario necesarios para el caso de prueba.

El proceso solamente puede ser iniciado por un usuario que tenga privilegios de administración en el sistema.

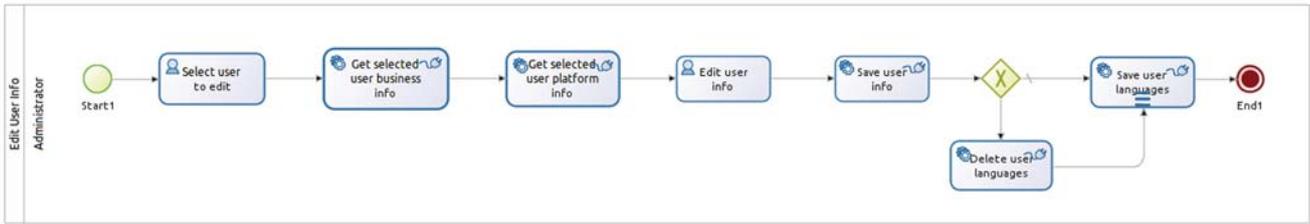


Figura 70. Modelado del proceso de negocio edición de usuario con Bonita BPM

El proceso de edición comienza con la selección del usuario que se va a modificar. Para ello, se recuperan los datos de los usuarios de la organización mediante la selección del usuario de un menú desplegable. Una vez que se ha seleccionado un usuario, se recupera su información del modelo de datos de negocio y del modelo de procesos, según se ha definido en la Sección 6.3. Una vez recuperada toda la información del usuario, mediante un formulario se pueden editar los datos permitidos, como los lenguajes y el nivel presupuestario de un usuario (ver Figura 71).

Figura 71. Formulario de edición de datos de usuario

Después, se almacena la información del usuario en la base de datos de negocio, así como los lenguajes seleccionados (iterativamente lanzando múltiples instancias de la tarea), eliminando primero los registros de la tabla correspondiente si existieran.

6.4.2. Purchase Proposal

Representa el proceso de negocio principal del caso de prueba, y su diagrama se muestra en la Figura 72.

El proceso, que puede ser iniciado por cualquier usuario, comienza mostrando un formulario al usuario en el que puede introducir los datos para la creación de una nueva propuesta de compra. Una vez completada la tarea, se almacenan los datos introducidos en la base de datos de negocio, y se procede al envío por correo electrónico de la propuesta a los proveedores mediante la instanciación múltiple de la tarea. A continuación se ejecuta el subproceso Provider Offer descrito en la sección siguiente, en el que se registran en el sistema los datos de las ofertas recibidas de los proveedores para las propuestas enviadas. En el siguiente paso se comprueba la existencia de ofertas para analizar, y en caso afirmativo, los usuarios analistas pueden

proceder a su evaluación. El analista puede rechazar la oferta y que sea editada y vuelta a enviar a los proveedores, rechazarla definitivamente, o por el contrario, puede aceptarla. Entonces, los usuarios con rol de evaluador introduciendo sus comentarios evalúan el análisis de la propuesta, pudiendo enviarla al analista para su reconsideración, o aceptarla, en cuyo caso, los usuarios con rol de gerente, de nuevo evalúan la propuesta, pudiendo rechazarla o aceptarla. Si la propuesta es definitivamente rechazada, el proceso termina, pero si se decide aceptarla, se envía una notificación por correo electrónico al creador de la propuesta, finalizando así el proceso.

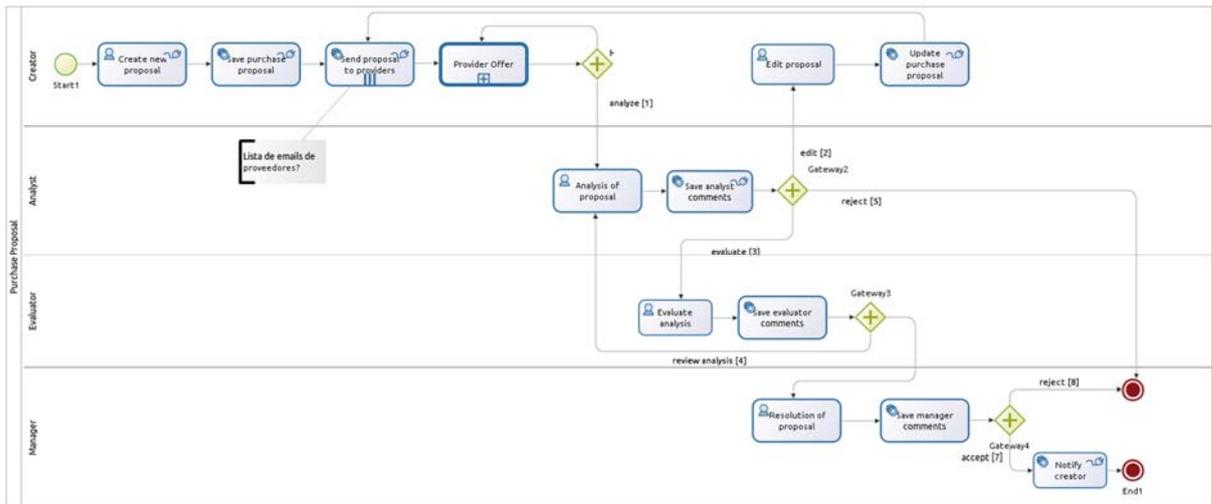


Figura 72. Modelado del proceso de negocio Purchase Proposal con Bonita BPM

6.4.3. Provider Offer

Este subproceso puede ser iniciado por los usuarios una vez creada la propuesta. El proceso permanece a la espera hasta que se reciben las ofertas de los proveedores. Después, un usuario analista, evalúa la oferta, aceptándola o rechazándola.

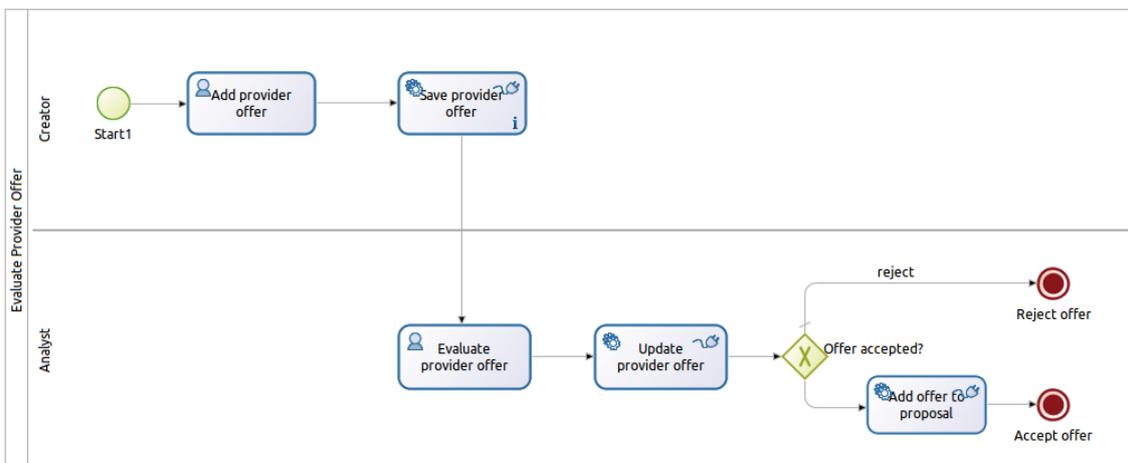


Figura 73. Modelado del proceso de negocio Provider Offer con Bonita BPM

El proceso comienza cuando un usuario quiere introducir una oferta remitida por un proveedor sobre una propuesta enviada con anterioridad. Mediante un formulario, completa los datos del proveedor y de la oferta, se almacenan en la base de datos. Una vez realizada la inserción correctamente, la tarea *Evaluate provider offer* puede ser iniciada por un usuario *analyst*. Entonces, se presenta al usuario un formulario con los detalles de la oferta introducida, además de dos botones, con los que puede aceptar o rechazar la oferta. Después se lanza un conector y actualiza la decisión del analista en la base de datos. Finalmente, el subproceso termina devolviendo el flujo de ejecución al proceso *Purchase Proposal* Aceptando o rechazando la oferta.

6.5. Resumen de evaluación

Se presenta a continuación una gráfica de radar (ver Figura 74) mostrando los valores obtenidos por Bonita BPM durante su evaluación. En el Anexo 1 se ha incluido la evaluación detallada de Bonita BPM, que ha conseguido un total de 372 puntos de los 1130 posibles, y un promedio de 3,3 puntos.

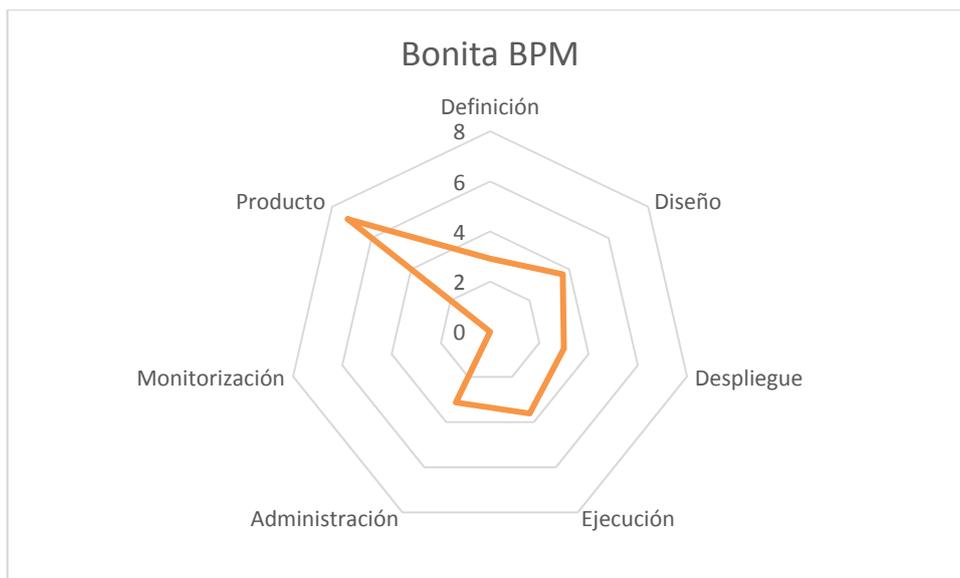


Figura 74. Gráfico de puntuación de Bonita BPM

7. Activiti BPM Platform

Activiti BPM Platform es una plataforma de flujo de trabajo y BPM ligera, dirigida a personas de negocio, desarrolladores y administradores de sistemas. Es de código abierto y se distribuye bajo licencia Apache para fomentar el uso generalizado de BPMN 2.0 y la adopción del motor Activiti BPM, con el objetivo principal de mercantilizar la tecnología BPM.

Surge de la experiencia de dos de los desarrolladores clave de jBPM, desarrollado por JBoss, cuando en marzo de 2010 comienzan el desarrollo de la plataforma con código nuevo, como trabajadores de Alfresco. La primera versión de Activiti fue la v5.0, para remarcar que nace gracias a la experiencia adquirida por los fundadores en jBPM desde su versión 1 hasta la 4, utilizando este conocimiento como línea base, sumado al trabajo de la comunidad, para construir una solución BPM de nueva generación.

Detrás del desarrollo de Activiti se puede encontrar una larga lista de empresas colaboradoras, de entre las que destacan Alfresco, SpringSource (VMWare), MuleSoft y Atos, entre otros. Anteriormente, también han colaborado en el proyecto empresas como Signavio, Camunda o Mimacom [Activiti 2015a]. De hecho, el famoso gestor documental de Alfresco, sustituyó jBPM por Activiti como motor de flujo de trabajo interno de la herramienta. Además, Alfresco ha lanzado una línea de servicios para el producto Alfresco Activiti, que es la versión de suscripción con soporte empresarial de este BPMS.

Activiti BPM Platform cuenta con diversos recursos de documentación, como su comunidad, foros de usuario y de desarrollador, guía de usuario o documentación de la API. Además, existen publicaciones comerciales, entre las que destaca Activiti in Action.

Activiti define su producto dividiéndolo en tres tipos de herramientas (ver Figura 75). Por una parte está las herramientas destinadas al modelado y diseño de los procesos de negocio, por otra, el motor de ejecución de procesos de negocio, y finalmente las aplicaciones web, que contienen la interfaz de usuario y la API REST que actúa de interfaz para proporcionar interoperabilidad entre el portal web u otras aplicaciones y el motor de procesos.

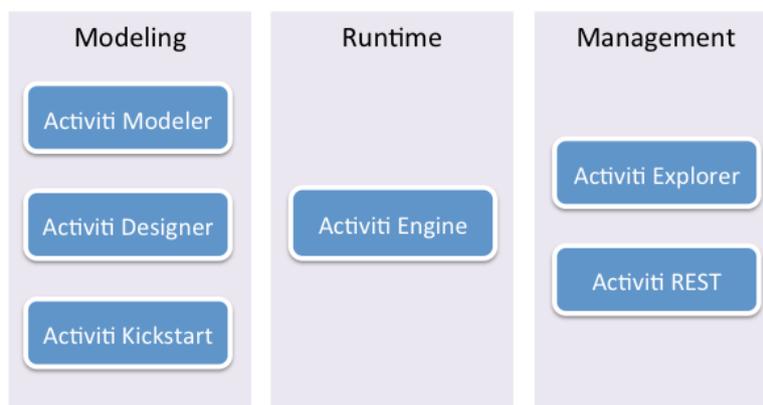


Figura 75. Arquitectura de alto nivel de Activiti BPM Platform

El diseño de procesos de negocio, al contrario que con Bonita BPM donde apenas es necesaria la programación, con Activiti se requiere el conocimiento tanto de la API REST como de la programática, llamada Engine API.

Por este motivo, no se procederá a la implementación completa del caso de prueba, ya que el esfuerzo de estudio de la documentación de las APIs y de desarrollo queda fuera del alcance de este proyecto. En este caso nos limitaremos a realizar el modelado del mismo en las dos herramientas proporcionadas por Activiti para modelado. No obstante, para la evaluación de las características de despliegue, ejecución, administración y monitorización utilizaremos los procesos de negocio y los usuarios y roles de demostración que se distribuyen con Activiti.

7.1. Activiti Modeler

Se trata de una aplicación web (ver Figura 76) para la autoría gráfica de procesos compatibles con BPMN 2.0, orientada a los usuarios de negocio y está disponible desde Activiti Explorer (ver Figura 77). Se centra en la definición de los procesos de negocio, ocultando las características técnicas de los mismos, que son implementadas por los desarrolladores con Activiti Designer. Los ficheros de definición de procesos son almacenados en el servidor en un repositorio de modelos en base de datos.

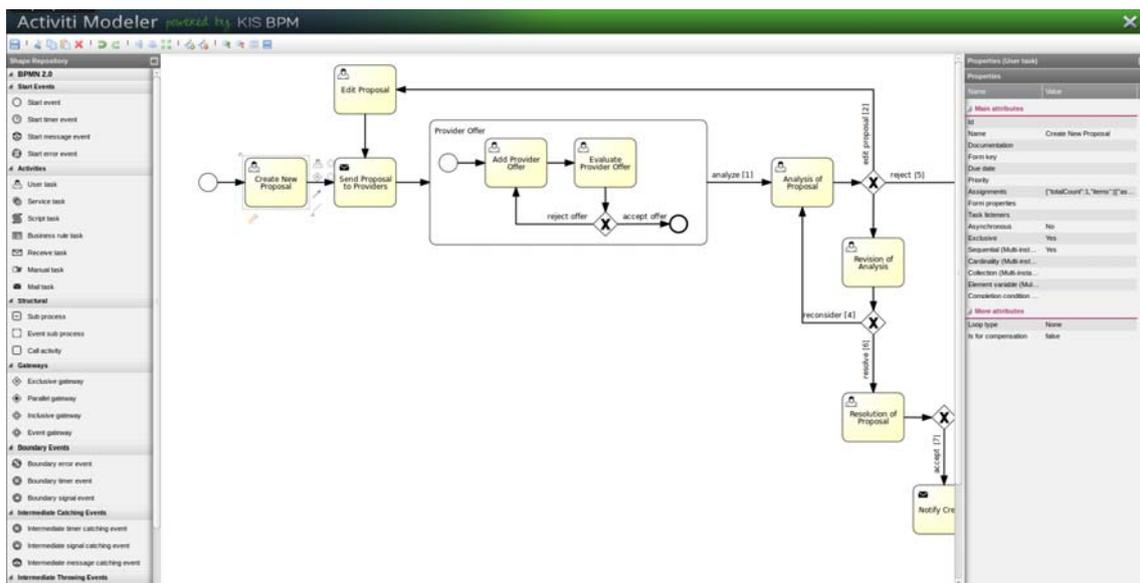


Figura 76. Área de trabajo de Activiti Modeler

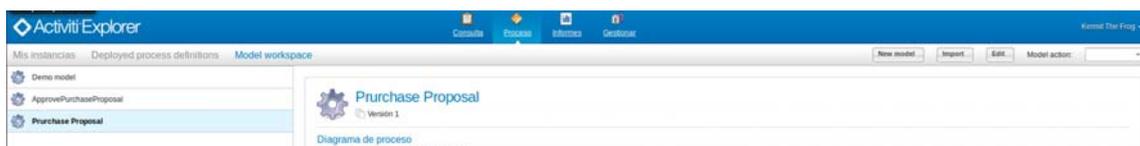


Figura 77. Barra de herramientas de Activiti Explorer

Desde esta herramienta se pueden importar y exportar modelos de procesos BPMN 2.0 (ficheros .bpmn20.xml o .bpmn) o definir los procesos de negocio de forma sencilla arrastrando y soltando

los componentes BPMN 2.0 del panel lateral izquierdo. También permite convertir los modelos desplegados en el motor de procesos en modelos editables, o desplegar los modelos creados desde Activiti Modeler. En el panel derecho se muestran las propiedades de estos componentes para su configuración y permite definir los datos (campos) de los formularios para las tareas humanas (ver Figura 78). Las definiciones de estos procesos son almacenadas en la base de datos.

Activiti proporciona dos estrategias para trabajar con los formularios web. Se pueden añadir formularios a las tareas humanas mediante la definición de propiedades en los formularios, que son renderizados mostrando como campos las propiedades definidas. O se pueden utilizar formularios externos, pero esto requiere un esfuerzo de programación.

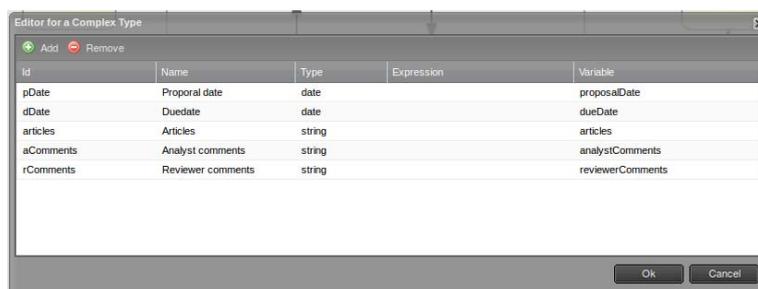


Figura 78. Detalle del editor de propiedades de formularios de Activiti Modeler

A partir de la versión 5.17.0, Activiti Modeler está basado en AngularJS y es mantenido y desarrollado como parte del proyecto Activiti. En versiones anteriores se basa en Ext-JS, como un fork de Signavio Core Components, y no era mantenido por el proyecto.

7.2. Activiti Kickstart

Se trata de un diseñador de procesos simple incluido en Activiti Explorer, que permite la construcción de procesos simples con una vista basada en tablas y la agregación de formularios al proceso creado, facilitando la creación de procesos sobre la marcha, sin necesidad de un editor avanzado o la edición del XML subyacente.

7.3. Activiti Designer

Activiti Designer es un plugin de Eclipse que permite modelar procesos BPMN 2.0 desde un entorno IDE y una perspectiva técnica [Activiti 2015b]. El área de trabajo (ver Figura 79) que presenta está formada por un panel lateral que contienen todos los elementos que permite definir el modelo de los procesos de negocio mediante el lenguaje BPMN 2.0, con soporte para arrastrar y soltar. A la vista de este panel, podemos concluir que no parece implementar todas las primitivas gráficas disponibles para la definición de proceso de negocio en este lenguaje de modelado. En el otro lado se encuentra el típico explorador de proyectos Java de Eclipse.

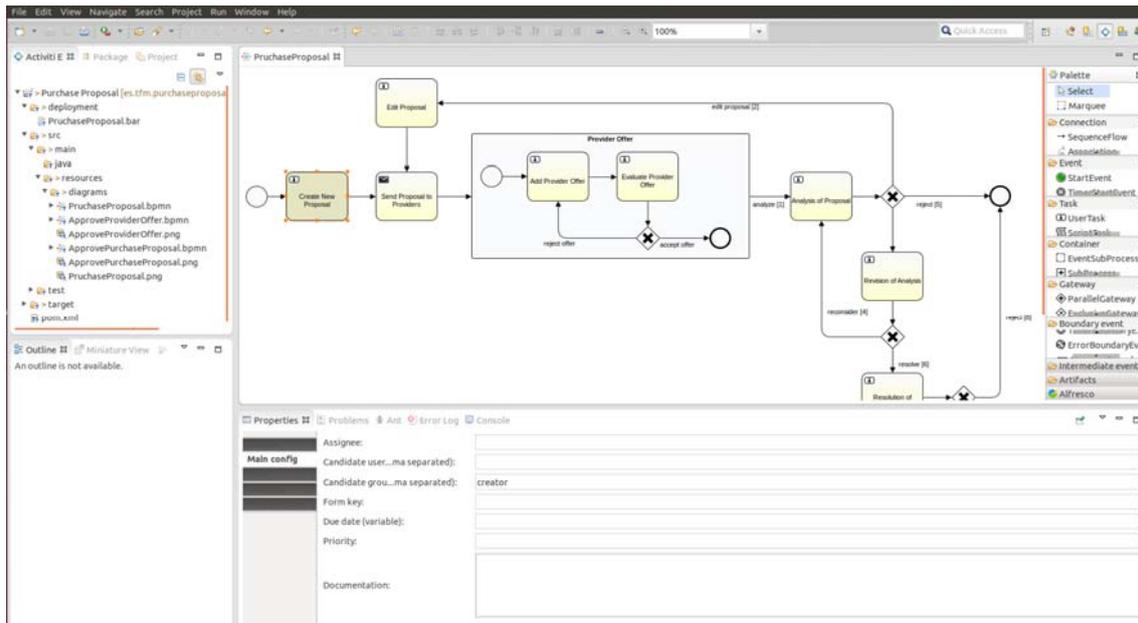


Figura 79. Área de trabajo de Activiti Designer

Al seleccionar el diagrama o alguno de los elementos gráficos, las pestañas de herramientas de la parte inferior proporcionan funcionalidades de diseño en función del tipo elemento seleccionado, para la definición de propiedades de los elementos, de configuración del mensaje de una tarea de correo electrónico (ver Figura 80) o de formularios si se trata de tareas humanas (ver Figura 81), por ejemplo.

Figura 80. Detalle del panel de propiedades de Activiti Designer

Activiti Designer posee unas capacidades de importación y exportación limitadas en comparación con Activiti Modeler. Es capaz de importar modelos de procesos de negocio definidos en BPMN 2.0 (ficheros .bpmn) de forma manual, es decir, copiando el fichero en el directorio de trabajo y abriéndolo con Designer. La exportación de modelos se limita a generar un fichero de imagen del proceso de negocio modelado.

Para la especificación de KPIs, el manual de usuario de Activiti propone la implementación de oyentes de ejecución para realizarlo.

La única forma de especificar reglas de negocio en Activiti, aparte de reglas de negocio implícitas como propiedades en las puertas, es mediante la definición de tareas de ejecución de reglas de

negocio. Activiti se integra con JBoss Drools Expert que es quien ejecuta dichas reglas. Por este motivo, la definición de la reglas de negocio se realiza externamente. El fichero de despliegue del proceso (fichero .bar) debe contener el fichero de definición de las reglas de negocio (fichero .drl) generado con Drools.

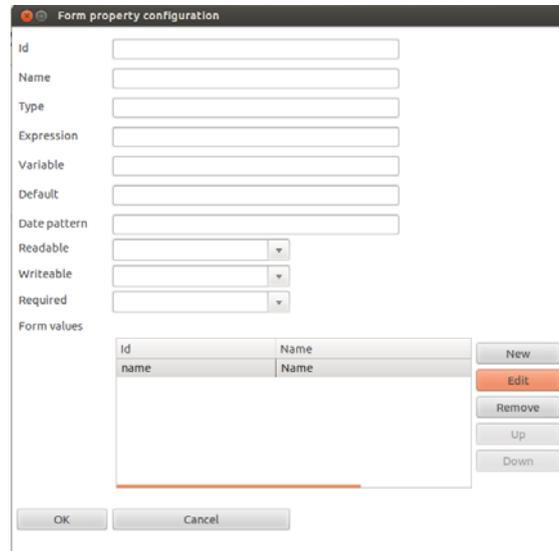


Figura 81. Configuración de formularios para tareas humanas en Activiti Designer

A nivel de simulación y pruebas, Activiti Designer solamente ofrece la posibilidad de generar ficheros que ayudan en la realización de pruebas unitarias.

Una vez que el proceso está implementado, se puede construir para ser desplegado. Activiti Designer genera el fichero del proceso de negocio (fichero .bar), que puede ser desplegado desde el portal web de administración de la plataforma. Adicionalmente, se genera fichero .jar que contiene las clases Java definidas para el proceso de negocio.

Como ya se ha comentado se requiere un esfuerzo de desarrollo para diseñar el resto de características de los procesos de negocio, que deben ser implementadas programáticamente. Activiti además se integra con Spring Framework, por lo que las posibilidades de integración, de ejecución y de utilización de otras características que ofrece el framework son considerables.

7.4. Activiti Engine

El núcleo de la plataforma, Activiti Engine, es un motor de procesos de negocio BPMN 2.0 nativo, rápido y sólido, construido con tecnología Java, por lo que se puede ejecutar en cualquier aplicación Java, en un servidor, en clúster o en la nube. Se integra perfectamente con Spring Framework, es muy ligero y se basa en conceptos simples. Activiti REST es el punto de entrada al motor Activiti, que proporciona una API en la parte superior del motor para la interacción, por ejemplo desde el portal web Activiti Explorer.

Entre sus características más destacadas están:

- Se puede ejecutar en cualquier entorno Java como Spring, JTA o de forma independiente. El motor de Activiti en un fichero .jar, que se puede incluir como dependencia en cualquier aplicación Java.
- Combina actualizaciones de usuario y de proceso en una sola transacción.
- Con la utilidad de configuración, su puesta en marcha resulta sencilla.
- Facilidad para incorporar tipos de actividades personalizados y lenguajes de procesos completos dedicados.
- Motor rápido y sólido.
- Soporta escalabilidad en la nube desde cero.
- Temporizadores transaccionales.
- Continuaciones asíncronas.
- Detectores de eventos ocultos para desacople de los detalles técnicos a los usuarios de negocio a nivel de diagrama.
- Posibilidad de probar ejecuciones de procesos de forma aislada como pruebas unitarias.

Además, cabe destacar alguna característica más que mejora la colaboración entre los usuarios de negocio no técnicos y los desarrolladores técnicos.

Los detectores de eventos permiten ejecutar un trozo de código Java o un script personalizado cuando suceden ciertos eventos en el diagrama. Esto significa que los desarrolladores pueden decorar un proceso con detalles técnicos adicionales que no aparecen en el diagrama.

Activiti cuenta con una colección de tipos de actividades por defecto, pero los usuarios de negocio pueden necesitar una actividad determinada que no está en esta colección. En ese caso, el desarrollador puede proponer un modelo diferente basado en los tipos de actividades existentes, o bien, escribir una actividad personalizada en Java que implemente el comportamiento complejo descrito por los usuarios de negocio.

Activiti Engine, además de soportar BPMN 2.0 de forma nativa, está alentando a la comunidad para dar soporte a otros lenguajes como jPDL 4 o lenguajes de proceso específicos de dominio.

7.5. Activiti Explorer

Activiti Explorer es una aplicación web de ejemplo que proporciona acceso al motor de procesos a los usuarios del sistema. Incluye la gestión de tareas, la inspección de instancias de proceso, características de gestión y visualización de informes basados en datos estadísticos históricos.

Desde la perspectiva de usuario (ver Figura 82), las características de gestión de tareas y los principales casos de uso de la aplicación son:

- Visualización de la lista de tareas personales
- Visualización de la lista de tareas para las que el usuario es candidato
- Creación de una nueva tarea (no relacionada con un proceso)
- Completar una tarea mediante la presentación de los datos en un formulario de tareas
- Reasignación una tarea a un usuario diferente

- Visualización de otros usuarios que están involucrados en el proceso relacionado con la tarea
- Creación subtareas y asignarlas a los usuario
- Visualización de la lista de tareas de subordinados (Managers)
- Inspección de los detalles de la instancia de un proceso relacionado con una tarea

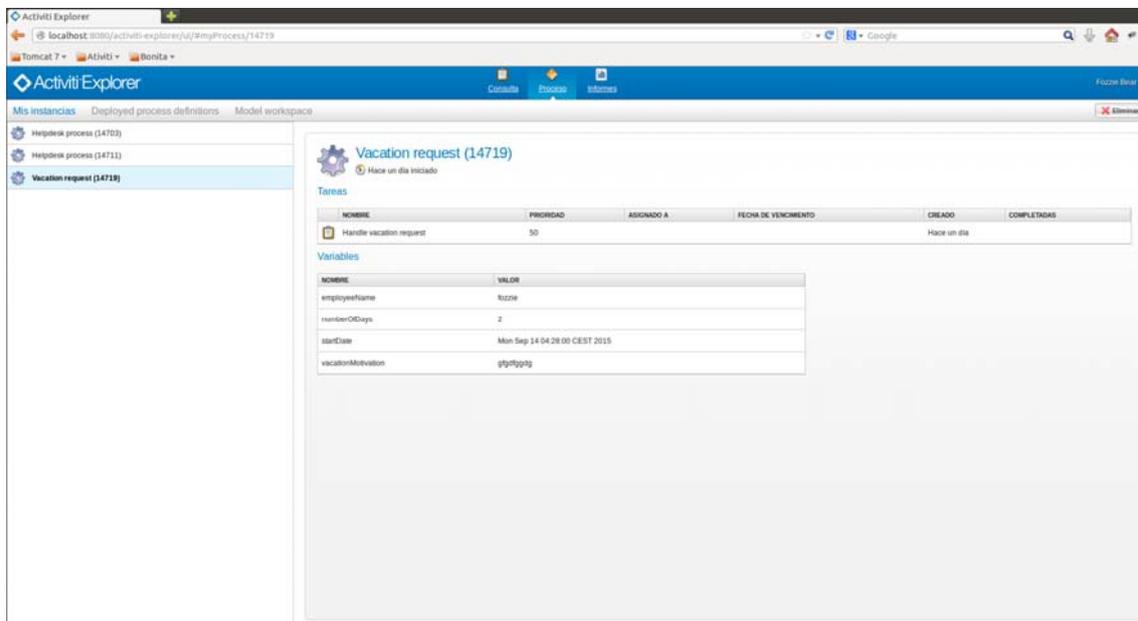


Figura 82. Vista de usuario del portal Activiti Explorer

En cuanto a las características de gestión (ver Figura 83), los principales casos de uso son:

- Monitorización del funcionamiento del motor
- Gestión de los despliegues
- Visualización de los recursos de despliegue
- Gestión del modelo organizacional
- Gestión de las definiciones de procesos
- Inspección de las tablas de base de datos
- Visualización de los log de actividad
- Visualización de los tiempos medios de transacción
- Visualización de fallos de trabajos, su causa, grupos de trabajos con fallos similares y ejecutar de nuevo un trabajo

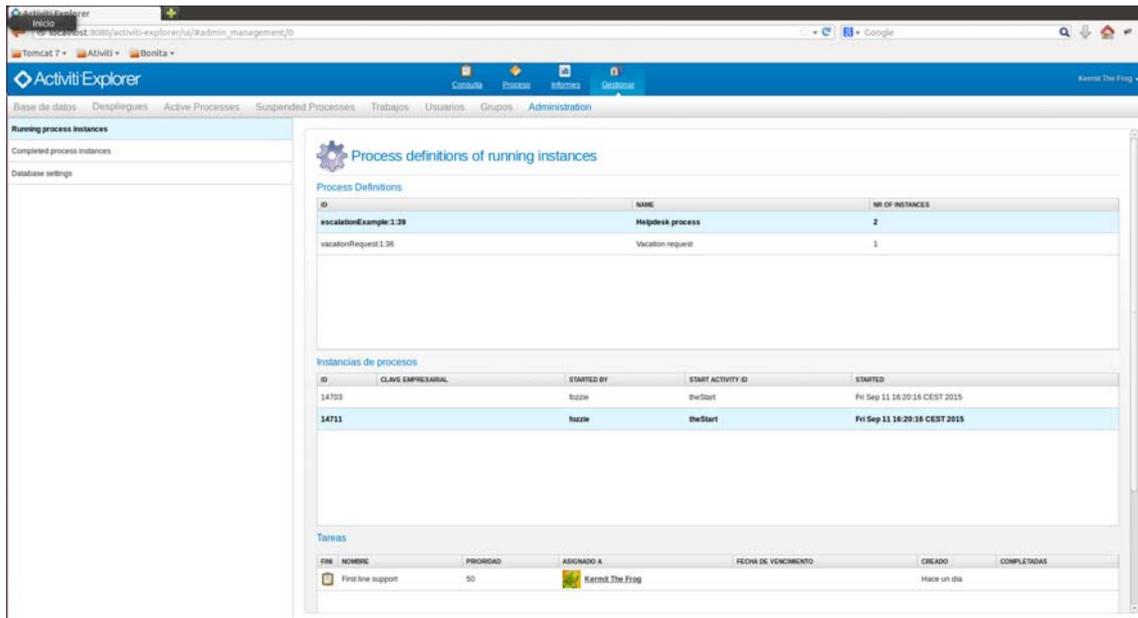


Figura 83. Vista de administración del portal Activiti Explorer

Activiti Explorer también permite gestionar el modelo organizacional, es decir, grupos, usuarios y roles (ver Figura 84). Los grupos de usuarios pueden ser de dos tipos, de tipo asignación, es decir, relaciones entre usuarios y grupos, o de tipo rol de seguridad, que define el rol del usuario en el sistema, por ejemplo, usuario o administrador.

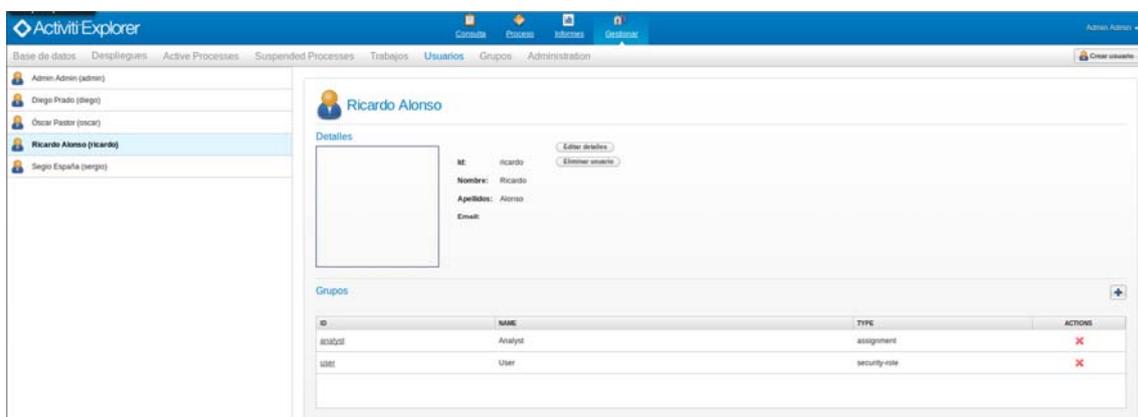


Figura 84. Gestión de usuarios y grupos desde Activiti Explorer

Los informes estadísticos son confeccionados a partir de los datos almacenados de todos los eventos relacionados con la ejecución de la instancia de un proceso. Ya que los pasos/actividades en las definiciones originales de los procesos son importantes para la gente de negocio, las estadísticas de esas actividades pueden contener información muy importante, como por ejemplo, el tiempo medio utilizado en cada actividad. Los administradores y propietarios de los procesos deben ser capaces de inspeccionar los datos en tiempo de ejecución de instancias de procesos (ver Figura 84).

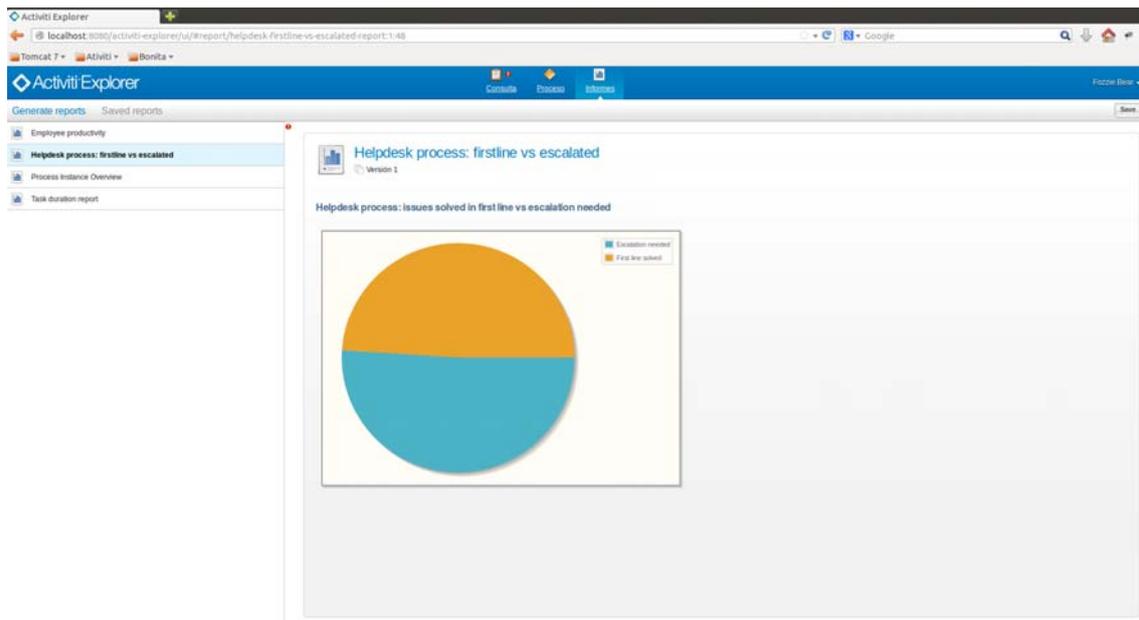


Figura 85. Gestión de informes desde el portal Activiti Explorer

7.6. Modelo de datos de negocio

El modelo de datos de negocio que se puede definir para Activiti BPM es el mismo que para Bonita BPM (ver Figura 69).

7.7. Modelo de proceso de negocio

Aunque las herramientas de modelado que proporciona Activiti soportan la definición de pools y lanes, cada pool es considerada como un proceso independiente. No se puede definir una coreografía entre procesos mediante el intercambio de mensajes, tal y como se define en la especificación de BPMN 2.0. Por lo tanto, Activiti permite definir subprocesos como parte de un proceso (ver Figura 86). La forma de tener definiciones de procesos independientes, pero que estos puedan ser utilizados como subprocesos en otros procesos, es mediante la utilización de las actividades de llamada, que permite referenciar desde un proceso de negocio a otro.

Para la definición del caso de prueba se ha modelado el proceso Povidier Offer como parte del proceso principal Purchase Proposal (ver Figura 86).

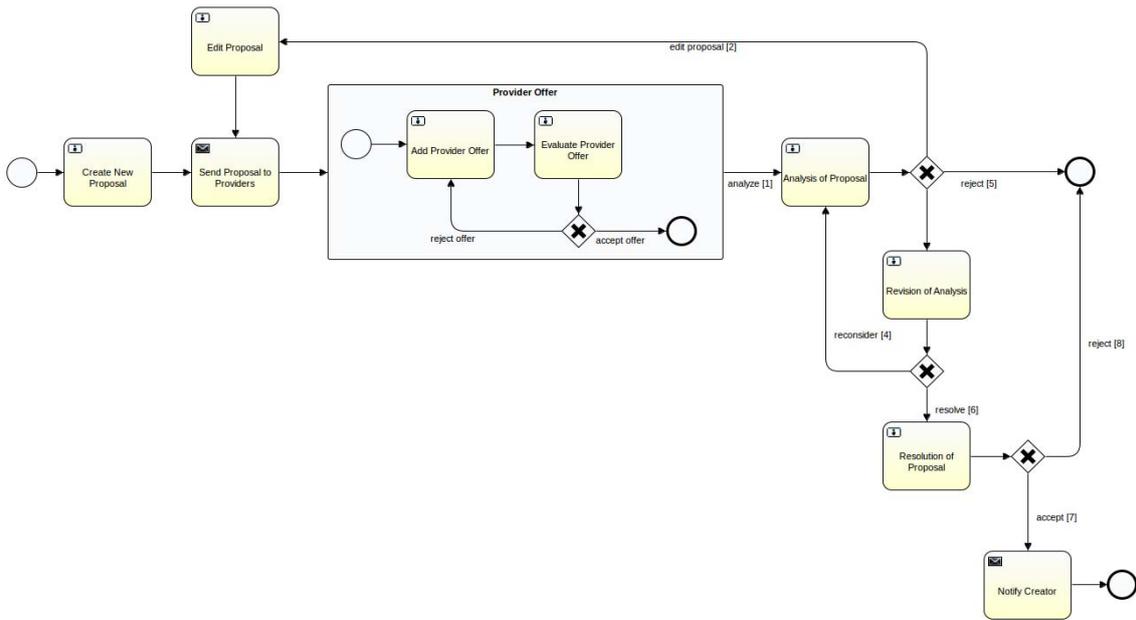


Figura 86. Modelado del proceso de negocio Purchase Proposal con Activiti BPM

7.8. Resumen de evaluación

A continuación se muestra una gráfica (ver Figura 87) que muestra los valores obtenidos por Activiti BPM Platform durante su evaluación. En el Anexo 2 se ha incluido la evaluación detallada de la herramienta, que ha conseguido un total de 278 puntos de los 1130 posibles, y un promedio de 2,47 puntos.



Figura 87. Gráfico de puntuación de Activiti BPM

8. Comparación de soluciones

El gráfico con los resultados comparativos obtenidos por las suites evaluadas se muestran en la Figura 88. Los resultados para los criterios de evaluación obtenidos por cada una de las suites se detallan en el Anexo 1 y Anexo 2.

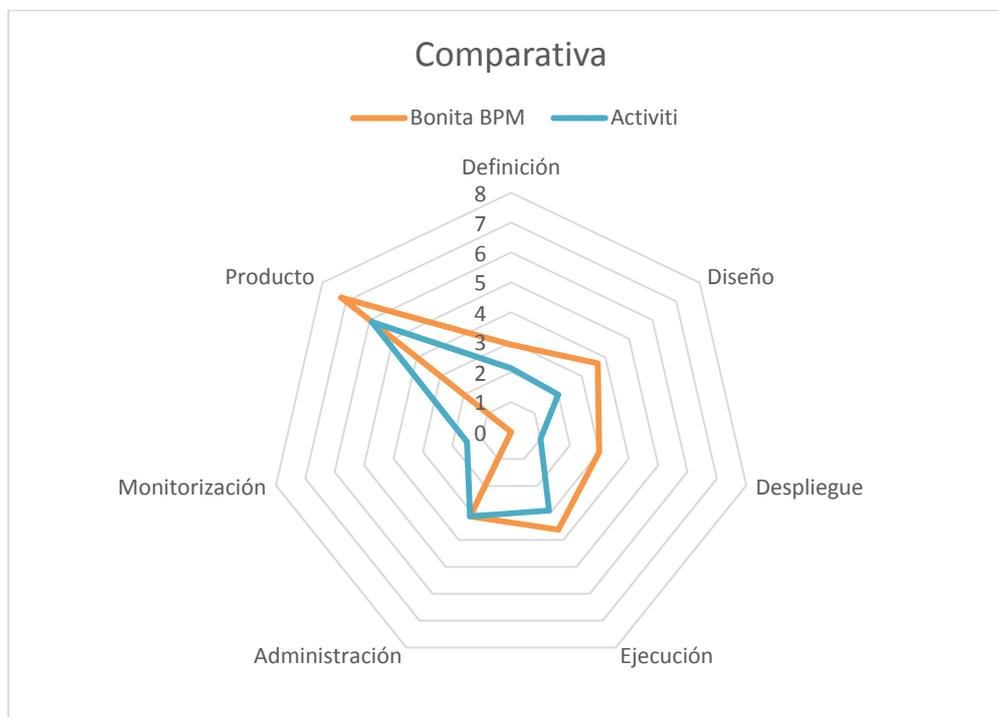


Figura 88. Comparación de puntuación de las suites BPM evaluados

Las dos suites BPM evaluadas presentan dos enfoques opuestos para el desarrollo de los procesos de negocio. Mientras que Bonita BPM proporciona una suite que requiere muy poco esfuerzo de desarrollo de programación para la definición y diseño de procesos de negocio, Activiti BPM Platform requiere de un mayor esfuerzo para la implementación de los procesos. En este sentido, la compañía Alfresco define la versión community de Activiti como destinada a desarrolladores y entusiastas técnicos, recomendada únicamente para organizaciones que cuentan con los recursos suficientes para dar soporte a la plataforma y no requieren las características avanzadas proporcionadas por Alfresco Activiti (versión enterprise).

Por este motivo, y dadas las restricciones temporales para realizar este trabajo, con Activiti no se ha llegado a implementar completamente el caso de prueba. Para la evaluación de los criterios de ejecución, administración y monitorización de Activiti se han utilizado los procesos de negocio de ejemplo que se distribuyen con la herramienta. Aunque no es el escenario ideal para realizar las pruebas empíricas de comparación de las suites, esto ha sido suficiente para realizar la evaluación y tener una perspectiva de las capacidades de la herramienta, aunque haya sido con procesos de negocio diferentes.

En ambos casos se ha instalado únicamente el entorno de desarrollo, que proporciona las facilidades suficientes para definir, diseñar, ejecutar, administrar y monitorizar los procesos de negocio implementados. EL caso de prueba se ha definido tanto en Bonita BPM Studio como en

las dos versiones para modelado que proporciona Activiti, esto es, mediante las herramientas Designer y Modeler. Como ya se ha comentado, el caso de prueba solamente ha podido ser implementado en Bonita BPM Studio y ejecutado en la plataforma.

En cuanto al diseño y definición, Bonita BPM presenta, en general, mejores características en estas áreas, puesto que permite la implementación de procesos de negocio sin apenas necesidad de programación, proporcionando muchas características que facilitan la integración de los procesos con otros sistemas o la simulación y prueba de estos procesos.

Después se han ejecutado los procesos de negocio para probar las características y funcionalidades del motor de procesos y de las interfaces de usuario proporcionadas tanto para usuarios (tareas) como para administradores (administración y monitorización).

Las características de despliegue y ejecución de Bonita BPM Platform sobresalen respecto a las proporcionadas por Activiti BPM Platform, mientras que en caso de la monitorización sucede lo contrario, y Bonita BPM Platform presenta una monitorización realmente pobre.

En el caso de la administración de los procesos de negocio, ambas herramientas presentan características similares básicas, como iniciar o parar un proceso, asignar o desasignar usuarios a una instancia del proceso, despliegue de procesos y administración de la organización (grupos, usuarios y roles).

Desde la perspectiva de producto, ambas suites están respaldadas por empresas que cuentan con cierta madurez en el mercado del código abierto. La diferencia de puntuación se debe a que, a pesar de Alfresco goza de cierto prestigio gracias al famoso ECM del mismo nombre, y posee servicios de consultoría, formación y una amplia documentación, no sucede lo mismo con su suite BPM. La documentación de Alfresco Activiti es menos extensa, y no posee programas de certificación para este producto. Lo mismo sucede con clientes, casos de éxito, partners, etc., donde se hacen muy pocas referencias para el caso de la suite BPM. Por el contrario, Bonitasoft solamente explota el producto Bonita BPM Platform desde su inicio, por lo que todas las referencias son respecto a su suite BPM.

Para la interpretación de los resultados obtenidos por las suites BPM, hay que tener en cuenta que se han evaluado en su versión community, que no proporcionan todas las características que incorporan sus versiones de suscripción. Por esto, las puntuaciones obtenidas por ambas herramientas no son muy elevadas. Pero considerando el buen resultado obtenido por ambas suite en los criterios de producto, podemos afirmar que tanto Bonita BPM como Activiti BPM pueden ser candidatas para una posible implementación en una organización en las versiones de suscripción.

Otro aspecto importante es que, durante el tiempo que ha llevado desarrollar este trabajo, tanto Bonita BPM como Activiti BPM Platform ha liberado nuevas versiones de sus productos que mejoran algunas de sus características o incorporan nuevas funcionalidades, incluso algunas funcionalidades importadas de sus versiones de suscripción.

Considerando únicamente la versión community para una posible implantación, Bonita BPM resulta mejor candidata, ya que los resultados obtenidos en todos los grupos de criterios, a excepción de los criterios de monitorización, son superiores a los obtenidos por Activiti BPM

Platform, y en general, presenta un entorno de desarrollo que permite diseñar y ejecutar los procesos de negocio de forma relativamente rápida.

En la Tabla 15 se muestra, a modo de resumen, las fortalezas y debilidades más destacadas que presentan cada una de las suites evaluadas.

	Fortalezas	Debilidades
Bonita BPM	<ul style="list-style-type: none"> Herramienta de definición y diseño fácil de usar, intuitiva y con bastante funcionalidad, incluidas las interfaces de usuario Gestión de identidades desde la herramienta de diseño Prueba, depuración y simulación de procesos Poca programación para implementación de procesos Dispone de muchos conectores para integración Configuración del fichero de despliegue 	<ul style="list-style-type: none"> Soporte básico para modelado de reglas de negocio No se pueden definir KPIs Características de monitorización muy pobres No se pueden crear o importar reportes personalizados
Activiti BPM	<ul style="list-style-type: none"> BPMN 2.0 como lenguaje de definición y ejecución Herramienta de definición orientada a negocio disponible en el portal Herramienta de definición y diseño orientada a desarrolladores Se pueden importar reportes personalizados 	<ul style="list-style-type: none"> Sin soporte para gestión de identidades en la herramienta de diseño KPIs definidos como oyentes programáticamente Características de simulación y prueba limitadas a la generación de pruebas unitarias Características de monitorización muy básicas Cambios en los modelos ejecutable solo afecta a la nuevas instancias Requiere esfuerzo de programación
Todas	<ul style="list-style-type: none"> BPMN 2.0 como lenguaje de definición y ejecución Generación automática de formularios o utilización de formularios externos Gestión de identidades desde el portal de administración Generación automática del fichero de despliegue 	<ul style="list-style-type: none"> Las herramientas de diseño no permiten integración con repositorios de identidades Características de administración muy básicas Personalización de portal web totalmente manual No presentan características de monitorización activa BAM, CEP. Soporte a procesos de negocio no críticos con las versiones community

Tabla 15. Fortalezas y debilidades de las suites evaluadas

9. Conclusiones y líneas futuras

9.1. Contribuciones

El método de evaluación presentado constituye una revisión de los diferentes métodos de evaluación propuestos en la literatura, el en que se han actualizado e incluido los nuevos conceptos aparecidos en el campo de la gestión de procesos de negocio durante los últimos años, así como otros criterios que no se han tenido en cuenta en los marcos comparativos analizados. Además, se ha añadido al método un conjunto de criterios que permiten evaluar las características de las suites BPM desde la perspectiva de producto.

Disponer de un método de evaluación como el presentado en este trabajo es de gran utilidad para empresas que deseen implantar y automatizar la disciplina de gestión de procesos de negocio, para empresas consultoras que deban ayudar a sus clientes a acometer dicha tarea, o incluso a las propias empresas de desarrollo de este tipo de sistemas, ya que les permite identificar carencias en sus productos en comparación con los de su competencia.

Una versión inicial del método fue desarrollada y aplicada en la empresa Company for Software and Development, (CSD) S. A., mientras el autor trabajaba como analista y arquitecto software, en el área de gobierno y administraciones públicas. Se aplicó de manera práctica para seleccionar el producto adecuado con intención de utilizarlo en uno de los productos desarrollado por la empresa para el mercado latinoamericano. Como consecuencia de esta validación, el método fue mejorado y amplió (se añadieron más criterios y se sistematizó su evaluación).

Una segunda versión de este método de aplicó en el marco de una colaboración entre el Centro de Producción de Software (PROS) de la UPV con la empresa Tecnoqram Procesos. Esta empresa desarrolla y explota la tecnología TimeProcess, un sistema de gestión de procesos de negocio dirigido por modelos.

Esta colaboración, destinada a mejorar una tecnología puntera de BPM, requería la comparación rigurosa de la herramienta con otras propuestas existentes en el mercado. Los datos de los convenios son los siguientes:

- Consulting agreement between the Universitat Politècnica de València and Timeprocess limited to ontological characterisation of Timeprocess tool (2012).
- Contrato para la mejora de la experiencia de uso para analistas y usuarios de la tecnología utilizada por Tecnoqram Procesos (2012-2013).

La aplicación del método propuesto por esta tesis de máster resultó en un entregable del cual el estudiante es autor. De este entregable solo se incluye aquí la portada por motivos de confidencialidad (ver Figura 89).

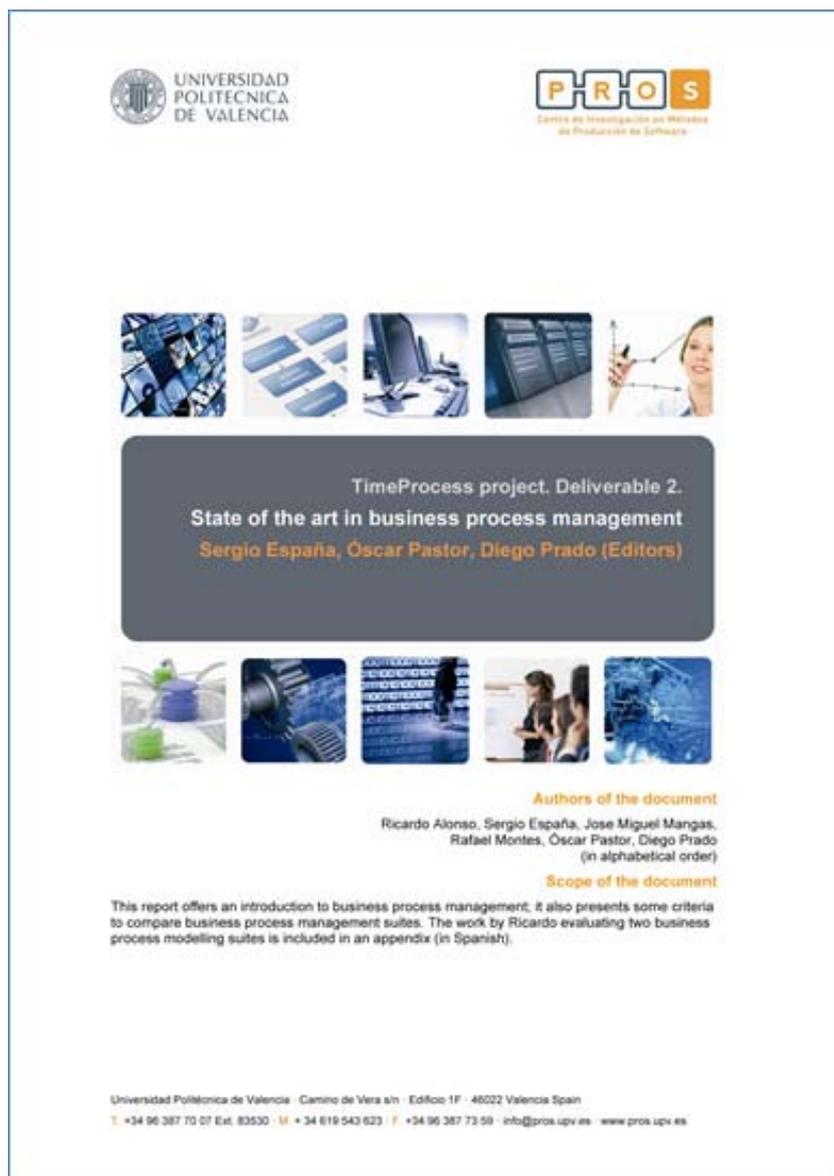


Figura 89. Portada del entregable para Timeprocess

Por lo tanto, podemos afirmar que esta tesis de máster ha tenido una aplicación y un impacto industrial, en las áreas de desarrollo de sistemas y de investigación y desarrollo. Como también incluye conocimiento de valor para el mundo académico, en el que BPM es uno de los temas que atraen gran atención en conferencias como BPM, CAiSE, PoEM o RCIS, actualmente se está preparando un artículo científico que presenta las contribuciones de esta tesis en este ámbito.

9.2. Conclusiones generales

A lo largo del trabajo se ha destacado el creciente interés y la constante evolución que sigue teniendo el campo de la gestión de procesos de negocio (BPM), debido a que la adopción de las disciplinas de gestión de procesos por parte de las organizaciones reporta considerables beneficios en cuanto a eficiencia, eficacia y agilidad, que les permite reaccionar mejor y más rápido a los cambios que se producen en su entorno, mediante la mejora continua y la

optimización de los procesos de negocio, y alinear los procesos de negocio con los objetivos estratégicos de la organización. Además, permite reducir costes tanto económicos como temporales.

Se han presentado los conceptos fundamentales relacionados con la gestión de procesos de negocio, que principalmente se caracterizan mediante la definición de las fases del ciclo de vida de los procesos. También se han añadido otros conceptos aparecidos en los últimos años con el propósito de mejorar esta gestión de los procesos. Un componente muy importante en la gestión de procesos de negocio son los sistemas de información que permiten automatizar esta gestión, es decir, los sistemas de gestión de procesos de negocio (BPMS). En este trabajo también se han presentado los conceptos fundamentales que caracterizan a este tipo de sistemas. Adicionalmente, se ha analizado el estado del arte en cuanto a marcos comparativos de sistemas de gestión de procesos de negocio, donde se han incluido tanto comparativas disponibles a nivel comercial como a nivel académico.

Todo esto ha servido para establecer un marco comparativo para evaluar los sistemas de gestión de procesos de negocio, que presenta unos criterios bien definidos y un método de evaluación sencillo, además de mostrar la manera de evaluar estos criterios. Sin embargo, aplicar el método de evaluación completamente puede requerir mucho tiempo si no se cuenta con cierta experiencia en este tipo de sistemas. En este caso, nuestro método de evaluación puede ser utilizado como base para una prueba de concepto, donde los diferentes proveedores realizar pruebas de demostración de sus productos mientras que otras personas califican los productos basándose en el método de evaluación, lo que debería dar lugar a una evaluación objetiva, en la que se evalúan los aspectos más relevantes.

Para probar nuestro método de evaluación hemos utilizado dos suites de gestión de procesos de negocio de código abierto de proveedor único, que disponen de servicios de soporte profesional proporcionados por los proveedores. En su versión community, el principal inconveniente que presentan estos productos es que no cuentan con las características avanzadas que permiten obtener el máximo partido a la implantación de un sistemas de gestión de procesos de negocio en una organización, que si están disponibles en sus versiones comerciales.

Las evaluaciones de las dos suites de gestión de procesos de negocio demuestran que nuestro marco comparativo es capaz de diferenciar entre los diferentes productos evaluados y no resulta demasiado generalista, lo que habría dado lugar a aproximadamente la misma puntuación para cada uno de los productos.

A nivel profesional, este trabajo me ha permitido ampliar, profundizar y actualizar mis conocimientos en el campo de la gestión de procesos de negocio y en los sistemas software que la soportan.

9.3. Líneas futuras

Se han identificado algunos aspectos que pueden dar lugar a futuras investigaciones o a introducir mejoras sobre el presente trabajo:

- *Extensión del marco de evaluación.* El campo de la gestión de procesos de negocio está en constante evolución, por lo que van apareciendo nuevos conceptos. Estos conceptos deberían ir añadiéndose al marco y al método de evaluación. Por lo tanto estos conceptos deben ser revisados y los criterios actualizados de vez en cuando. También se pueden ampliar los criterios de evaluación de algunos de los componentes que, debido a su complejidad, solo se han tenido en cuenta criterios de alto nivel para caracterizarlos.
- *Evaluación de más productos.* Realizando la evaluación de más suites BPM basándose en el método se puede retroalimentar más información que puede ser utilizada para mejorarlo.
- *Evaluación del método.* El método de evaluación puede ser sometido a una revisión por parte de profesionales más experimentados en la gestión de procesos de negocio, para detectar criterios de evaluación no tenidos en cuenta, corrección de errores que pudiera contener el método o introducir cualquier mejora que permita obtener un método de evaluación más completo y preciso.
- *Extensión de interpretación de ponderaciones.* El método de evaluación ofrece la alternativa de utilizar factores de ponderación en el cálculo de la puntuación de criterios y grupos de criterios. Investigar más en este aspecto puede ayudar a identificar tipos de proyecto, de organizaciones o situaciones en los que convendría dar más peso a unos criterios u otros.
- *Complejidad del caso de prueba.* Se puede ampliar y completar el caso de prueba propuesto para proporcionar la cobertura de más criterios en la evaluación, como por ejemplo, los criterios de gestión dinámica de casos.

Referencias

[Aagesen et al. 2010] Gustav Aagesen and John Krogstie, “*Analysis and Design of Business Processes Using BPMN*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 213 – 235. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Activiti 2015a] Activiti.org. “*Activiti BPM Platform FAQ*”. Disponible en <http://www.activiti.org/faq.html>.

[Activiti 2015b] Activiti.org. “*Activiti BPM Platform User Guide*”. Disponible en <http://www.activiti.org/userguide/>.

[Alfresco 2015a] Alfresco Software Inc. “*Alfresco ofrece la primera versión de Community con BPM Activiti*”. Disponible en <https://www.alfresco.com/es/noticias/comunicados-de-prensa/alfresco-ofrece-la-primera-version-de-community-con-bpm-de-activiti>.

[Alfresco 2015b] Alfresco Software Inc. “*Alfresco Products*”. Disponible en <https://www.alfresco.com/es/products/business-process-management>.

[Bajwa et al. 2010] Imran S. Bajwa, Mark G. Lee, Behzad Bordbar. “*SBVR Business Rules Generation from Natural Language Specification*”, 2010. Artificial Intelligence for Business Agility — Papers from the AAAI 2011 Spring Symposium (SS-11-03). Disponible en <http://www.aaai.org/ocs/index.php/SSS/SSS11/paper/download/2378-publisher/2918>.

[Ballard et al. 2006] C. Ballard, A. Abdel-Hamid, R. Frankus et al. “*Improving Business Performance Insight with Business Intelligence and Business Process Management*”, 2006. IBM RedBook. International Business Machines Corporation. USA.

[Becker et al. 2010] Jörg Becker, Daniel Pfeiffer, Thorsten Falk and Michael Räckers, “*Semantic Business Process Management*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 187 – 211. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[BetterForm 2015] betterForm.de. “*betterForm XML Suite*”. Disponible en <http://www.betterform.de/en/index.html>.

[Bonita 2015a] Bonitasoft.com. “*Bonita BPM Documentation*”. Disponible en <http://documentation.bonitasoft.com/>.

[Bonita 2015b] Bonitasoft.com. “*Bonita BPM Community*”. Disponible en <http://community.bonitasoft.com/>.

[Bonita 2015c] Bonitasoft.com. “*Acerca de Bonitasoft*”. Disponible en <http://es.bonitasoft.com/ecosistema/empresa>.

[BPI 2009] Business Process Incubator. “*Convert a BPMN 2.0 file to an XPDL 2.1 file*”. Disponible en <http://www.businessprocessincubator.com/media/products/services/doc/Convert%20BPMN%202.0%20to%20XPDL%202.1.pdf>.

[BPI 2010a] Business Process Incubator. “Convert a BPMN 2.0 file to an WS-BPEL 2.0 file”.

Disponible en

<http://www.businessprocessincubator.com/media/products/services/doc/Convert%20BPMN%20to%20WSBPEL%202.0.pdf>.

[BPI 2010b] Business Process Incubator. “Convert an XPD L file to an WS-BPEL 2.0 files”.

Disponible en

<http://www.businessprocessincubator.com/media/products/services/doc/Convert%20XPDL%20to%20WSBPEL%202.0.pdf>.

[BPI 2015] Business Process Incubator. “BPMS Tools List”. Disponible en

<http://www.businessprocessincubator.com/tools/bpms.html?externallogin=1&limit=all>.

[Capterra 2015] Capterra.com. “BPMS Products List”. Disponible en

<http://www.capterra.com/business-process-management-software>.

[Chan et al. 2014] Allen Chan, Jing Jing Wei, Jerome Boyer. “IBM Business Process Manager Testing methodology, Part 1: General testing guidelines”, 2014. Parte del IBM Business Process Management Journal. International Business Machine. Disponible en

http://www.ibm.com/developerworks/bpm/bpmjournal/1412_chan1/1412_chan1.html.

[Chang 2006] James F. Chang. “Business Process Management Systems, Strategy and Implementation”, 2006. Auerbach Publications. Boca Raton, Florida, USA.

[Chen 2012] Zhen Chen. “Workflow Management Theories and Techniques including Data Perspective”, 2012. Research Topics. University of Twente. Enschede, The Netherlands.

Disponible en http://www.utwente.nl/ewi/trese/graduation_projects/2012/RT-004.pdf.

[Chen et al. 2012] Hsinchun Chen, Roger H. L. Chiang and Veda C. Storey. “Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact”, 2012. MIS Quarterly Special Issue. Disponible en

http://hmchen.shidler.hawaii.edu/Chen_big_data_MISQ_2012.pdf.

[Craggs, Safron 2013] Steve Craggs and Brian Safron. “Operational Decision Management for Dummies. IBM Limited Edition”, 2013. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA.

Disponible en <ftp://public.dhe.ibm.com/software/websphere/dm/pdf/ODMforDummies.pdf>.

[Cummins 2009] Fred A. Cummins. “Building the Agile Enterprise with SOA, BPM and MBM”, 2009. MK/OMG Press. Burlington, USA.

[Cummins 2010] Fred A. Cummins. “BPM Meets SOA”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 461 – 479. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Davies, Reeves 2010] Islay Davies and Michael Reeves, “BPM Tool Selection: The Case of the Queensland Court of Justice”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 339 – 360. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Debevoise 2014] Tom Debevoise. “Execution Semantics. Moving Process Models from the Conceptual to the Executable”, 2014. Black Pearl Development, Inc. Disponible en

<http://www.omg.org/oceb-2/documents/ExecutionSemantics-Moving-BPMN-toExecution-FinalPosting.pdf>.

[DeFee, Harmon 2004] Joseph M. DeFee, Paul Harmon. “*Business Activity Monitoring and Simulation*”, 2004. BPTrends. Disponible en <http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/02-04%20WP%20Simulation%20and%20BAM%20-%20DeFee-Harmon1.pdf>.

[Dumas et al. 2001] Marlon Dumas, Arthur H.M. ter Hofstede. “*UML Activity Diagrams as a Workflow Specification Language*”, 2001. International Conference on the Unified Modeling Language (UML), Toronto, Canada. Springer Verlag. Disponible en http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/uml_patterns.pdf.

[Dumas et al. 2013] Marlon Dumas, Marcello La Rosa, Jan Mending, Hajo Reijers. “*Fundamentals of Business Process Management*”, 2013. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[España 2011] Sergio España. “*Methodological integration of Communication Analysis into a model-driven software development framework*”, 2011. PhD Thesis in Computer Science, Research Center in Software Production Methods, Universidad Politécnica de Valencia.

[Forrester 2010] Forrester Research Inc. “*The Forrester Wave™: BPM Suites*”, 2010. Disponible en http://www.appian.com/bpm-resources/papers_reports/report_forresterwave10.pdf.

[Forrester 2013] Forrester Research Inc. “*The Forrester Wave™: BPM Suites*”, 2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/136368033/The-Forrester-Wave-BPM-Suites-2013#scribd>.

[Forrester 2015] Forrester Research, Inc. *Forrester Web Site*. Disponible en <https://www.forrester.com/home/>.

[Fowler et al. 2002] Martin Fowler, David Rice et al. “*Patterns of Enterprise Application Architecture*”, 2002. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc. Boston, MA, USA.

[Freund et al. 2014] Jakob Freund, Bernd Rücke and Bernhard Hitpass. “*Real-life BPMN: Using BPMN 2.0 to Analyze, Improve, ad Automate Processes in Your Company*”, 2014. 2ª edición. Camunda.

[Gartner 2004] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Pure-Play BPM*”, 2004. Disponible en <http://lib-resources.unimelb.edu.au/gartner/research/121500/121570/121570.html>.

[Gartner 2006] Gartner, Inc. “*Selection Criteria Details for Business Process Management Suites*”, 2006. Disponible en <https://www.gartner.com/doc/486915/selection-criteria-details-business-process>.

[Gartner 2006b] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Business Process Management Suites 2006*”, 2006. Disponible en http://www.bluerave.com/documents/Analyst_reviews/Gartner_MQ_BPMS_2006%5B1%5D.pdf.

[Gartner 2007] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Business Process Management Suites 2007*”, 2007. Disponible en http://www.appian.com/bpm-resources/papers_reports/report_gartnerquadrant07.pdf.

[Gartner 2009] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Business Process Management Suites 2009*”, 2009. Disponible en <http://www.ayokait.eu/images/pdf/1/Whitepaper-GartnerMagicQuadrantfoBPM.pdf>.

[Gartner 2010] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Business Process Management Suites 2010*”, 2010. Disponible en <http://www.images.adobe.com/content/dam/Adobe/en/enterprise/pdfs/magic-quadrant-for-business-process-management-suites.pdf>.

[Gartner 2012a] Gartner, Inc. “*Analysts to Discuss the Next Generation of BPM*”. Gartner Business Process Management Summit 2012. Disponible en <http://www.gartner.com/newsroom/id/1943514>.

[Gartner 2012b] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites 2012*”, 2012. Disponible en http://www.appian.com/bpm-resources/papers_reports/report_gartnerquadrant2012.pdf.

[Gartner 2014a] Gartner, Inc. “*How Markets and Vendors Are Evaluated in Gartner Magic Quadrants*”. Disponible en <https://www.gartner.com/doc/2804921?plc=ddc>.

[Gartner 2014b] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites 2014*”, 2014. Disponible en <http://www.primenumerics.com/White%20Papers/Magic-Quadrant-for-IBPMS-2014.pdf>.

[Gartner 2014c] Gartner, Inc. “*Magic Quadrant for Enterprise Content Management 2014*”, 2014. Disponible en http://www.project-consult.de/files/Gartner_ECM_MQ_2014.pdf.

[Gartner 2015a] Gartner, Inc. *Gartner Web Site*. Disponible en <http://www.gartner.com/technology/about.jsp>.

[Gartner 2015b] Gartner, Inc. “*IT Glossary*”. Disponible en <http://www.gartner.com/it-glossary/b>.

[Gartner 2015c] Gartner Inc. “*Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites 2015*”, 2015. Disponible en <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-2C20570&ct=150320&st=sb>.

[Hall 2010a] John Hall. “*Business Motivation Model. Reacting to Change*”. OMG Business Rules Symposium, Minneapolis, June 2010. Disponible en <http://www.omg.org/news/meetings/tc/mn/special-events/br/Hall-BR.pdf>.

[Hall 2010b] John Hall. “*Business Rules Standards Landscape*”. OMG Business Rules Symposium, Minneapolis, June 2010. Disponible en <http://www.omg.org/news/meetings/tc/mn/special-events/br/Hall-BR.pdf>.

[**Hammer 2010**] Michael Hammer, “*What is Business Process Management?*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 3 – 16. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[**Harmon 2008**] Paul Harmon. “*Software Tools for BPM*”, 2008. BPTrend SpotLight. Disponible en http://www.bptrends.com/publicationfiles/spotlight_062008.pdf.

[**Harmon 2010**] Paul Harmon, “*The Scope and Evolution of Business Process Management*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 37 – 81. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[**Harmon 2014**] Paul Harmon. “*Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals*”. 3ª edición, 2014. BPTrends, MK/OMG Press. Burlington, USA. [http://www.amazon.com/Business-Process-Change-Third-Press/dp/0128003871/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1433866334&sr=1-1&keywords=business+process+change+paul+harmon&pebp=1433866335437&perid=0ZS4SZ2M5DAQQC4KBKW].

[**Harmon, Wolf 2012**] Paul Harmon, Celia Wolf. “*The State of Business Process Management*”, 2012. BPTrends Report. Disponible en <http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/surveys/2012-BPT%20SURVEY-3-12-12-CW-PH.pdf>.

[**Harmon, Wolf 2014**] Paul Harmon, Celia Wolf. “*The State of Business Process Management*”, 2014. BPTrends Report. Disponible en <http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/uploads/BPTrends-State-of-BPM-Survey-Report.pdf>.

[**Harrison-Broninski 2008**] Keith Harrison-Broninski. “*Human Interaction Management*”, 2008. BPTrend Column. Disponible en <http://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/ONE%2012-08-COL-HumanProcesses-Harrison-Broninski-20081104-proofed-corrected.pdf>.

[**Harrison-Broninski 2010**] Keith Harrison-Broninski, “*Dealing with Human-Driven Process*”. Handbook on Business Process Management Vol. 2, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 37 – 81. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[**Hendrick et al. 2012**] Stephen D. Hendrick and Kathleen E. Hendrick. “*The Business Value of Business Rules Management Systems*”, 2012. International Data Corporation (IDC) White Paper. Disponible en ftp://public.dhe.ibm.com/software/cn/pdf/9_ODM_The_Business_Value_of_Business_Rule_Management_Systems.pdf.

[**Hitpass et al. 2011**] Bernhard Hitpass, Jakob Freund, Bernd Rücke. “*BPMN 2.0 Manual de Referencia y Guía Práctica*”. 4ª edición, 2011. Camunda, BPM Center. Santiago de Chile, Chile.

[**Hitpass 2014**] Bernhard Hitpass. “*Business Process Management (BPM), Fundamentos y Conceptos de Implementación*”. 3ª edición, 2014. BPM Center, Santiago de Chile.

[**IBM 2015**] International Business Machine. IBM Operational Decision Manager. Disponible en <http://www-03.ibm.com/software/products/en/odm/>.

[**IETF 2007**] Internet Engineering Task Force. “*HTTP Extensions Web Distributed Authoring and Versioning (WebDAV)*”. Disponible en <http://www.webdav.org/specs/rfc4918.pdf>.

[**ISO 2013**] International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. “*ISO/IEC 19510:2013 Object Management Group Business Process Model and Notation*”, 2013. Disponible en http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=62652.

[**ISO 2014**] International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. “*ISO/IEC 19509:2014 Object Management Group XML Metadata Interchange (XMI)*”, 2013. Disponible en http://www.iso.org/iso/catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61845.

[**JBoss 2015a**] Red Hat, Inc. Drools BRMS. Disponible en <http://drools.org/>.

[**JBoss 2015b**] Red Hat, Inc. JBoss BRMS. Disponible en <http://www.jboss.org/products/brms/overview>.

[**Jeston, Nelis 2006**] John Jeston, Johan Neils. “*Business Process Management. Practical Guidelines to Successful Implementations*”, 2006. Routledge. Abingdon, U. K.

[**Kemsley 2010**] Sandy Kemsley. “*Enterprise 2.0 Meets Business Process Management*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 565 – 574. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[**Kirchmer 2010**] Mathias Kirchmer, “*Managements of Process Excellence*”. Handbook on Business Process Management Vol. 2, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 39 – 56. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[**Khoshafian et al. 2013**] Setrag Khoshafian and Don Schuerman. “*Process of Everything*”. iBPMS: Intelligent BPM Systems. Impact and Opportunity, 2013. Layna Fischer (editor). pp 17 - 32. Future Strategies Inc., Lighthouse Point, Florida, USA.

[**Khoshafian 2014**] Setrag Khoshafia. “*Intelligent BPM. The Next Wave*”, 2014. Pegasystems Inc. Cambridge, Massachusetts, EE. UU. Disponible en http://www.pegasystems.com/sites/default/files/Intelligent-BPM-The-Next-Wave-For-Customer-Centric-Business-Applications_Khoshafian.pdf.

[**Koster 2009**] Stefan R. Koster. “*An evaluation method for Business Process Management Products*”, 2009. Master Thesis. University of Twente. Enschede, The Netherlands. Disponible en http://www.utwente.nl/ewi/trese/graduation_projects/2009/Koster.pdf.

[**Koster et al. 2010**] Stefan R. Koster et al. “*An Evaluation Framework for Business Process Management Products*”, 2010. Business Process Management Workshops. Lecture Notes in Business Information Processing Volume 43, pp 441 - 452. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[**Le Clair, Moore 2009**] Craig Le Clair, Connie Moore. “*Dynamic Case Management – An Old Idea Catches New Fire*”, 2009, Forrester Report. Disponible en <ftp://public.dhe.ibm.com/software/emea/de/db2/ACM-Forrester.pdf>.

[Leymann et al. 2010] Frank Leymann, Dimka Karastivanova and Michael M. Papazoglou, “*Business Process Management Standards*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 513 – 542. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Li et al. 2002] Haifei Li, Jun-jang Jeng and Henry Chang. “*Business Commitments for Dynamic E-Business Solution Management: Concept and Specification*”, 2002, IBM Thomas J. Watson Research Center. New York, USA. Disponible en <ftp://170.225.15.26/software/emea/de/db2/ACM-Forrester.pdf>.

[Lind, Seigerroth 2010] Mikael Lind and Ulf Seigerroth, “*Collaborative Process Modeling: The Intersport Case Study*”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 279 – 298. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Ludwig et al. 2006] André Ludwig, Peter Braun, Kyszard Kowalczyk and Bogdan Franczyk, “*A Framework for Automated Negotiation of Service Level Agreements in Services Grids*”. Business Process Management Workshops. Lecture Notes in Computer Science Volume 3812, 2006. pp. 89 - 101. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Mathiesen et al. 2012] P. Mathiesen, J. Watson et al. “*Applying Social Technology to Business Process Lifecycle Management*”. Business Process Management Workshops. Lecture Notes in Business Information Processing Volume 99, 2012. pp 231 - 241. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Miers, Harmon 2005] Derek Miers, Paul Harmon. “*Introduction to Evaluating BPMS Suites*”, 2005. Disponible en <http://www.bptrends.com/introduction-to-evaluating-bpms-suites/>.

[Moya, Hitpass 2012] Diego Moya, Bernhard Hitpass. “*Consideraciones para proyectos de implementación de procesos utilizando plataformas BPMS*”, 2012. Jornadas Chilenas de la Computación - Workshop on BPM, Valparaíso, Chile.

[Mühlen, Shapiro 2010] Michael zur Mühlen, Robert Shapiro, “*Business Process Analytics*”. Handbook on Business Process Management Vol. 2, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 137 – 157. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Mullins 2015] Ken Mullins. “*Balanced Scorecard: A Model for Improving Government Performance*”. Business Process Management Institute Article. Disponible en <http://www.bpminstitute.org/resources/articles/balanced-scorecard-model-improving-government-performance>.

[Namiri et al. 2007] Kioumars Namiri, Nenad Stojanovic. “*Pattern-Based Design and Validation of Business Process Compliance*”, 2007. On the Move to Meaningful Internet Systems. Lecture Notes in Computer Science Volume 4803, pp 59-76. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Nie et al. 2008] Pin Nie, Riku Seppälä, Måns Hafrén. “*Open Source Power on BPM - A Comparison of JBoss jBPM and Intalio BPMS*”, 2008. Disponible en http://jannekorhonen.fi/project_report_final_BPMS.pdf.

- [OASIS 2007] Advancing Open Standards for the Information Society. “*Web Services Business Process Execution Language (WS-BPEL) v2.0*”, 2007. Disponible en <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/OS/wsbpel-v2.0-OS.pdf>.
- [OASIS 2013] Advancing Open Standards for the Information Society. “*Content Management Interoperability Services (CMIS) v1.1*”, 2013. Disponible en <http://docs.oasis-open.org/cmisis/CMIS/v1.1/os/CMIS-v1.1-os.pdf>.
- [OMG 2008a] Object Management Group. “*Business Process Maturity Model (BPMM) v1.0*”, 2008. Disponible en <http://www.omg.org/spec/BPMM/1.0/PDF>.
- [OMG 2008b] Object Management Group. “*Business Process Definition Metamodel (BPDM) Volume I and II v1.0*”, 2008. Disponibles en <http://www.omg.org/spec/BPDM/1.0/volume1/PDF> y <http://www.omg.org/spec/BPDM/1.0/volume2/PDF>.
- [OMG 2009] Object Management Group. “*BPMN Specification v1.2*”, 2009. Disponible en <http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2/PDF>.
- [OMG 2013] Object Management Group. “*BPMN Specification v2.0.2*”, 2013. Disponible en <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/PDF>.
- [OMG 2014] Object Management Group, “*Case Management Model and Notation v1.0*”, 2014. Disponible en <http://www.omg.org/spec/CMMN/1.0/PDF>.
- [OMG 2015a] Object Management Group, “*BPM Vendor Directory Listing*”. Disponible en <http://bpm-directory.omg.org/vendor/list.htm>.
- [OMG 2015b] Object Management Group. “*Business Motivation Model (BMM) v1.3*”, 2015. Disponible en <http://www.omg.org/spec/BMM/1.3>.
- [OMG 2015c] Object Management Group. “*BPMN Implementers*”. Disponible en <http://www.bpmn.org/#tabs-implementers>.
- [OMG 2015d] Object Management Group. “*Semantic of Business Vocabulary and Rules (SBVR) v1.3*”, 2015. Disponible en <http://www.omg.org/spec/SBVR/1.3>.
- [Open 2015] OpenRules Inc. Business Rules and Decision Management System. Disponible en <http://openrules.com>.
- [Oracle 2010] Oracle Corporation. “*Oracle Practitioner Guide. Business Process Engineering, Release 3.0*”, 2010. Disponible en <http://www.oracle.com/technetwork/topics/entarch/oracle-pg-bpm-bus-proc-eng-r3-0-292099.pdf>.
- [Oracle 2015] Oracle Corporation. Oracle Business Rules. Disponible en <http://www.oracle.com/technetwork/middleware/business-rules/overview/index.html>.
- [Orbeon 2015] Orbeon Inc. Orbeon Forms. Disponible en <http://www.orbeon.com/>.

[Ouyang et al. 2010] Chun Ouyang, Michael Adams, Moe Thandar Wynn and Arthur H. M. ter Hofstede, "Workflow Management". Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 387 – 418. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Ovum 2010] Informa Telecom & Media Ltd. "Decision Matrix: Selecting a Business Process Management Vendor", 2010. Disponible en <https://www.activevos.com/content/blog/ovumbpmsreport.pdf>.

[Ovum 2011] Informa Telecom & Media Ltd. "Decision Matrix: Selecting a Business Process Management Vendor", 2011. Disponible en <http://es.slideshare.net/BonitaSoft/ovum-decision-matrix-selecting-a-business-process-management-vendor>.

[Ovum 2014] Informa Telecom & Media Ltd. "Decision Matrix: Selecting a Business Process Management Vendor (Competitor Focus)", 2014. Disponible en <http://www.oracle.com/us/corporate/analystreports/ovum-dm-bpm-2157970.pdf>.

[Ovum 2015] Informa Telecom & Media Ltd. *Ovum Web Site*. <http://www.ovum.com/>.

[Palmer 2013] Nathaniel Palmer. "Thriving Adaptability: How Smart Companies Win in a Data-Driven World". iBPMS: Intelligent BPM Systems. Impact and Opportunity, 2013. Layna Fischer (editor). pp 17 - 32. Future Strategies Inc., Lighthouse Point, Florida, USA.

[Panagacos 2012] Theodore Panagacos, "The Ultimate Guide to Business Process Management", 2012. Createspace.

[Pozzi et al. 2008] Giuseppe Pozzi, Carlo Combi and Florian Daniel. "XPDL Cross-Product Exception Handling for Workflow Management Systems". BPM and Workflow Handbook. Spotlight on Human-Centric BPM, 2008. Layna Fischer (editor). Pp 237 - 246 Future Strategies Inc., Lighthouse Point, Florida, USA.

[Reijers 2003] Hajo A. Reijers, "Design and Control of Workflow Process. BPM for the Service Industry", 2003. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Reijers 2010a] Hajo A. Reijers, "Business Process Quality Management". Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010. J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 167 – 185. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Riehle 2009] Dirk Riehke. "The Single-Vendor Commercial Open Source Business Model", 2009. Value Creation in E-Business Management Volume 36. Lecture Notes in Business Information Processing. pp 18 - 30. Disponible en (versión actualizada) <http://dirkriehle.com/wp-content/uploads/2010/11/svcos-isebm-v05-final-final.pdf>.

[Rosemann, von Brocke 2010] Michael Rosemann and Jan von Brocke, "The Six Core Elements of Business Process Management". Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 107 – 122. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Royer 2008] Denis Royer, *“Enterprise Identity Management. What’s in it for Organizations?”*. International Federation for Information Processing Vol. 262, 2008, pp. 466 – 446. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Rozinat et al. 2006] A. Rozinat and W. M. P. van der Aalst. *“Conformance Testing: Measuring the Fit and Appropriateness of Event Logs and Process Models”*. Business Process Management Workshops. Lecture Notes in Computer Science Volume 3812, 2006. pp. 163 - 176. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Russell et al. 2004a] Nicholas C. Russell, Wil M. P. van der Aalst, H. M. ter Hofsted and D. Edmond. *“Workflow Resource Patterns”*, 2004. BETA Working Paper Series, WP 127, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. Disponible en <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/Resource%20Patterns%20BETA%20TR.pdf>.

[Russell et al. 2004b] Nicholas C. Russell, Wil M. P. van der Aalst, H. M. ter Hofsted and D. Edmond. *“Workflow Data Patterns”*, 2004. QUT Technical Report, FIT-TR-2004-01, Queensland University of Technology, Brisbane. Disponible en <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/Resource%20Patterns%20BETA%20TR.pdf>.

[Russell et al. 2006a] Nicholas C. Russell, Wil M. P. van der Aalst, H. M. ter Hofstede. *“Exception Handling Patterns in Process-Awareness Information Systems”*, 2006. BPM Center Report BPM-06-04, BPMcenter. Disponible en <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-06-04.pdf>.

[Russell et al. 2006b] Nicholas C. Russell, Wil M. P. van der Aalst, H. M. ter Hofstede and N. Mulyar. *“Workflow Control-Flow Patterns: A Revised View”*, 2006. BPM Center Report BPM-06-22, BPMcenter. Disponible en <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-06-22.pdf>.

[Russell 2007] Nick Russell. *“Foundations of Process-Aware Information Systems”*, 2007. PhD Thesis. Faculty of Information Technology, Queensland University of Technology. Brisbane, Australia. Disponible en <http://www.yawlfoundation.org/documents/RussellThesisFinal.pdf>.

[Röglinger et al. 2012] Maximilian Röglinger, Jens Pöppelbuß, Jörg Becker. *“Maturity Models in Business Process Management”*, 2012. Business Process Management Journal, Vol. 18 Iss: 2, pp. 328 - 346.

[Scheer et al. 2010] August-Wilhelm Scheer and Eric Brabänder. *“The Process of Business Process Management”*. Handbook on Business Process Management Vol. 2, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 239 – 265. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Smith, Fingar 2006] Howard Smith, Peter Fingar. *“Business Process Management: The Third Wave”*, 2006. MK Press. Tampa, Florida, USA.

[Sinur et al. 2013] Jim Sinur, Peter Fingar and James Odell. *“Business Process Management: The Next Wave”*, 2013. MK Press. Tampa, Florida, USA.

[Sinur, Schulte 2013] Jim Sinur and W. Roy Schulte. “Use Intelligent Business Operations to Create Business Advantage”, 2013. Gartner Inc.

[Štemberger et al. 2009] M. Indihar Štemberger, V. Bosilj-Vukšić and J. Jaklič. “Business Process Management Software Selection – Two Case Studies”, 2009. Disponible en <http://hrcak.srce.hr/file/74273>.

[Speck et al. 2012] Andreas Speck, Elke Pulvermüller and Dirk Heuzeroth. “Validation of Business Process Models”, 2003. Correctness of Model-based Software Composition (CMC). ECOOP 2003 Workshop #11, pp. 75 - 83. Universität Karlsruhe. Karlsruhe, Germany. Disponible en <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/documents/1533#page=81>.

[Szpyrka et al. 2012] Marcin Szpyrka, Grzegorz J. Nalepa, Antoni Ligesa and Krzysztof Kluza. “Proposal of Formal Verification of Selected BPMN Models with Alvis Modeling Language”, 2012. Intelligent Distributed Computing V. Studies in Computational Intelligence Volume 382, pp. 249 - 255.

[van der Aalst, van Hee 2002] Wil M. P. van der Aalst, Kees Max van Hee. “Workflow Management: Models, Methods and Systems”, 2002. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.

[van der Aalst et al. 2005] Wil M. P. van der Aalst, M. Weske, D. Grunbauer. “Case handling: a new paradigm, for business process support”, 2005. Disponible en <http://www.wis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p252.pdf>.

[van der Aalst et al. 2010] Wil M. P. van der Aalst, Joyce Nakatumba, Anne Rozinat and Nick Russell. “Business Process Simulation”. Handbook on Business Process Management Vol. 1, 2010, J. Von Brocke, M. Rosemann (editors). pp. 313 – 338. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[van der Aalst 2011] Wil M. P. van der Aalst. “Process Mining. Discovery, Conformance and Enhancement of Business Process”, 2011. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[Verberg 2015] Jeroen M. Verberg. “The Benefits of Commercial Open Source”, 2015. Hippo White Paper. Hippo B. V. Disponible en http://www.onehippo.com/binaries/content/assets/whitepapers/hippo_whitepaper_benefits_opensource.pdf.

[Verma 2009] Naresh Verma. “Business Process Management. Profiting from Process”, 2009. Global Indian Publications Pvt. Ltd. New Delhi, India.

[W3C 2012] W3C Forms Working Group. “XForm 2.0 Working Draft”. 2012. Disponible en <http://www.w3.org/TR/2012/WD-xforms20-20120807>.

[webMethods 2006] Software AG. “Business Activity Monitoring (BAM): The New Face of BPM”, 2006. Business White Paper. Software AG. Disponible en http://www.business.unr.edu/faculty/kuechler/788/bam-the_new_face_of_bpm.pdf.

[Weske 2012] Mathias Weske. “Business Process Management Concepts, Languages and Architectures”. 2ª edición, 2012, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[WfMC 1995] Workflow Management Coalition. “*The Workflow Reference Model v1.1*”, 1995. Document Number TC00-1003. Disponible en <http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf>.

[WfMC 2012] Workflow Management Coalition. “*XML Process Definition Language (XPDL) v2.2*”. 2012. Disponible en [http://www.xpdl.org/standards/xpdl-2.2/XPDL%202.2%20\(2012-08-30\).pdf](http://www.xpdl.org/standards/xpdl-2.2/XPDL%202.2%20(2012-08-30).pdf).

[WfMC 2015] Workflow Management Coalition. “*WfMC BPM Definition*”. Disponible en <http://www.wfmc.org/what-is-bpm>.

[Wikipedia 2015] Wikipedia.org. “*Bonita BPM Community*”. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Bonita_Open_Solution.

[Wohed et al. 2007] P. Wohed, W. van der Aalst et al. “*Patterns-based evaluation of open source BPM systems*”, 2007. BPM Center Report BPM-07-12, BPMcenter. Disponible en <http://www.workflowpatterns.com/documentation/documents/BPM-07-12.pdf>.

[Wohed et al. 2008] P. Wohed, W. van der Aalst et al. “*Open Source Workflow: A Viable direction for BPM?*”, 2009. Z. Bellahsène and M. Léonard, editors, Proceedings of the 20th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'08), volume 5074 of Lecture Notes in Computer Science, pages 583-586, Montpellier, France, June 2008. Springer.
[http://www.academia.edu/2958356/Open_source_workflow_a_viable_direction_for_BPM].

[Wohed et al. 2009] Petia Wohed, Wil M. P. van der Aalst et al. “*On the Maturity of Open Source BPM Systems*”, 2009. BPTrends. Disponible en <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:283165/FULLTEXT01.pdf>.

[Wurtzel 2013] Marvin M. Wurtzel. “*What Is BPM?*”, 2013. McGraw-Hill. USA.

[YAWL 2014] Yawl Foundation. “*YAWL User Manual v3.0*”, 2014. McGraw-Hill. USA.

Anexo 1. Criterios de evaluación y pasos del método

En la siguiente tabla se muestra qué criterios pueden ser evaluados en función del paso de método de utilización que se esté considerando. Los pasos definidos en el método de evaluación son análisis de la documentación (AD), análisis de utilización (AU) y análisis integrado (AI).

Criterio	AD	AU	AI
Identificación			
ID#1.1	✓	✓	
ID#2.1	✓	✓	
ID#3.1	✓	✓	
ID#4.1	✓	✓	
Definición			
DE#1.1	✓	✓	
DE#1.2	✓	✓	
DE#1.3	✓	✓	
DE#1.4	✓	✓	
DE#1.5	✓	✓	
DE#1.6	✓	✓	
DE#2.1	✓	✓	
DE#2.2	✓	✓	
DE#2.3	✓	✓	
DE#3.1	✓	✓	
DE#3.2	✓	✓	
DE#3.3	✓	✓	
DE#3.4	✓	✓	
DE#3.5	✓		✓
DE#3.6	✓		✓
DE#4.1	✓	✓	
DE#4.2	✓		✓
DE#5.1	✓	✓	
DE#5.2	✓	✓	
DE#5.3	✓	✓	
DE#6.1	✓	✓	✓
DE#6.2	✓	✓	
DE#6.3	✓	✓	
DE#6.4	✓	✓	✓
Diseño			
DI#1.1	✓	✓	
DI#1.2	✓	✓	
DI#1.3	✓	✓	
DI#1.4	✓	✓	
DI#2.1	✓	✓	
DI#2.2	✓	✓	
DI#3.1	✓	✓	
DI#3.2	✓	✓	
DI#3.3	✓	✓	
DI#3.4	✓	✓	
DI#4.1	✓	✓	✓
DI#4.2	✓	✓	✓
DI#4.3	✓		✓
DI#4.4	✓	✓	
DI#4.5	✓		✓
DI#4.6	✓		✓
DI#4.7	✓	✓	
DI#4.8	✓	✓	
DI#4.9	✓	✓	

Criterio	AD	AU	AI
DI#5.1	✓	✓	
DI#5.2	✓	✓	
DI#5.3	✓	✓	
DI#5.4	✓		✓
DI#5.5	✓	✓	
DI#6.1	✓	✓	
DI#6.2	✓	✓	
DI#6.3	✓	✓	
DI#7.1	✓	✓	
DI#7.2	✓	✓	
DI#7.3	✓	✓	
DI#7.4	✓	✓	
Despliegue			
DP#1.1	✓	✓	
DP#1.2	✓	✓	
DP#1.3	✓	✓	
DP#2.1	✓	✓	
DP#2.2	✓	✓	
Ejecución			
EX#1.1	✓	✓	
EX#1.2	✓	✓	
EX#2.1	✓	✓	
EX#2.2	✓	✓	
EX#2.3	✓	✓	
EX#3.1	✓	✓	
EX#3.2	✓	✓	
EX#4.1	✓	✓	
EX#4.2	✓	✓	
EX#4.3	✓	✓	
EX#5.1	✓	✓	
EX#5.2	✓	✓	✓
EX#5.3	✓	✓	
EX#5.4	✓	✓	
EX#6.1	✓		
EX#6.2	✓		
EX#7.1	✓	✓	
EX#7.2	✓	✓	
EX#7.3	✓	✓	
EX#7.4	✓	✓	
EX#7.5	✓	✓	
Administración			
AD#1.1	✓	✓	
AD#2.1	✓	✓	
AD#2.2	✓	✓	
AD#2.3	✓	✓	
AD#2.4	✓	✓	
AD#2.5	✓	✓	✓
AD#2.6	✓	✓	
AD#2.7	✓	✓	

Criterio	AD	AU	AI
Monitorización			
MO#1.1	✓	✓	
MO#1.2	✓	✓	
MO#2.1	✓	✓	✓
MO#2.2	✓	✓	✓
MO#2.3	✓	✓	
MO#2.4	✓	✓	
MO#2.5	✓	✓	✓
MO#2.6	✓	✓	✓
MO#2.7	✓	✓	
MO#2.8	✓	✓	
Producto			
PR#1.1	✓		
PR#2.1	✓		
PR#3.1	✓		
PR#4.1	✓		
PR#5.1	✓		
PR#5.2	✓		
PR#5.3	✓		
PR#6.1	✓		
PR#7.1	✓		
PR#8.1	✓		

Tabla 16. Criterios evaluados en cada paso del método

Anexo 2. Evaluación de Bonita BPM

En la tabla siguiente se muestra la puntuación obtenida por cada uno de los criterios de evaluación para la suite Bonita BPM. Se muestra la puntuación individual de cada criterio y la puntuación total del grupo de criterios, con el promedio mostrado entre paréntesis. Al final de la tabla se muestra la puntuación total obtenida por el producto.

	Referencia	Descripción	Activiti BPM
Identificación	ID#1.1	Soporte para capturar los objetivos estratégicos de la organización (por ejemplo, mediante cuadros de mando)	0
	ID#2.1	Soporte para capturar otros aspectos relevantes como las métricas de rendimiento, factores críticos de éxito, personas interesadas, etc.	0
	ID#3.1	Soporte para la creación de modelos de procesos de negocio de alto nivel (por ejemplo, mediante diagramas de cadena de valor añadido)	0
	ID#4.1	Soporte para la creación del modelo de arquitectura de procesos (por ejemplo, mediante los EPM, modelos BPA, modelos BMM, EKD o mediante diagramas de cadena de valor añadido)	0
	Total Identificación		
Definición	DE#1.1	Soporte completo al lenguaje de modelado BPMN 2.0	5
	DE#1.2	Soporte a otros lenguajes de modelado (por ejemplo, BPEL, XPD, AD, Petri Nets, YAWL, etc.)	0
	DE#1.3	Soporte para la interoperabilidad mediante el formato estándar XML	10
	DE#1.4	Soporte para la interoperabilidad entre diferentes lenguajes de modelado (importación/exportación de modelos de/a otros lenguajes y formatos)	2
	DE#1.5	Soporte al lenguaje de modelado de gestión dinámica de casos CMMN	0
	DE#1.6	Soporte para diferentes perspectivas y vistas de los modelos de proceso	0
	DE#2.1	Soporte para la gestión de diferentes tipos de KPIs	0
	DE#2.2	Soporte para definición de KPIs de proceso y de negocio	0
	DE#2.3	Soporte para modelo flexible de KPIs	0
	DE#3.1	Soporte para especificación de reglas en diferentes formatos y lenguajes (por ejemplo, SBVR)	0
	DE#3.2	Soporte para modelado gráfico de reglas	5
	DE#3.3	Soporte para modelado de reglas implícitas	10
	DE#3.4	Soporte para modelado de reglas explícitas	0
	DE#3.5	Soporte para integración con repositorio de reglas de negocio	0
	DE#3.6	Soporte para integración con sistemas de gestión de reglas de negocio externos	10
	DE#4.1	Soporte para gestión del modelo de usuarios, grupos y roles de la organización	10
	DE#4.2	Soporte para integración con gestor de identidades (por ejemplo, LDAP)	0
	DE#5.1	Soporte para la verificación, simulación y validación de procesos de negocio	10
	DE#5.2	Soporte para el análisis y comparación de resultados de simulaciones	0
	DE#5.3	Soporte para utilización de datos históricos como fuente de datos para la simulación	0
DE#6.1	Usabilidad de las herramientas de modelado, gestión de identidades, simulación, etc.	8	
DE#6.2	Soporte para el trabajo colaborativo en el entorno de desarrollo	0	
DE#6.3	Soporte para la gestión de la interacción humana (HIM) en el entorno de desarrollo	0	
DE#6.4	Soporte para integración con repositorio de procesos (por ejemplo, en base de datos, Git, SVN, etc.)	0	
Total Definición			70/240 (2,92)
Diseño	DI#1.1	Soporte para transformación automática entre lenguajes de modelado y lenguajes de ejecución de procesos	0
	DI#1.2	Soporte para transformación manual entre lenguajes de modelado y lenguajes de ejecución de procesos	0
	DI#1.3	Soporte para transformaciones entre BPMN, BPEL y XPD	0
	DI#1.4	Soporte para sincronización entre el modelo de negocio ejecutable y el modelo del proceso de negocio	10
	DI#2.1	Soporte para creación de SLAs	0
	DI#2.2	Soporte para enlazado de KPIs de nivel de servicio con el proceso de negocio	0
	DI#3.1	Soporte para manejo de errores	10
	DI#3.2	Soporte para manejo de excepciones	0
	DI#3.3	Soporte para manejo de compensaciones	0
	DI#3.4	Soporte para manejo de transacciones	0
	DI#4.1	Soporte para acceso a fuentes de datos internas (por ejemplo, JDBC, ODBC, OLE-DB)	2
	DI#4.2	Soporte para acceso a fuentes de datos externas (por ejemplo, blogs, foros, wikis, redes sociales, dispositivos móviles, etc.)	1
	DI#4.3	Soporte para integración con gestión de identidades y sistemas de autenticación y acceso (por ejemplo, LDAP, SSO, metadirectorios, PKI, SAML, etc.)	1

Diseño	DI#4.4	Soporte para gestión de contenidos	5	
	DI#4.5	Soporte para integración con ECM (por ejemplo, CMIS, WebDAV, etc.)	2	
	DI#4.6	Soporte para middleware de EIA (por ejemplo, colas transaccionales, brokers de mensajería, sistemas de publicación/suscripción, ESB, etc.)	5	
	DI#4.7	Soporte para estándares de servicios web (por ejemplo, SOAP, REST)	5	
	DI#4.8	Conectores de integración predeterminados	10	
	DI#4.9	Soporte para desarrollo de conectores personalizados	10	
	DI#5.1	Soporte para generación automática de formularios e interfaces	10	
	DI#5.2	Soporte para generación manual de formularios e interfaces	10	
	DI#5.3	Soporte para personalización de interfaces	10	
	DI#5.4	Soporte para integración con herramientas de generación de formularios (por ejemplo, betterForm, Orbeon, etc.)	5	
	DI#5.5	Soporte a estándares para formularios dinámicos (por ejemplo, XForm)	0	
	DI#6.1	Soporte para lenguajes de programación de alto nivel (por ejemplo, Java, Groovy, C#, etc.)	2	
	DI#6.2	Soporte para lenguajes de programación de scripting (por ejemplo, JavaScript, ECMAScript, etc.)	2	
	DI#6.3	Soporte para lenguajes y frameworks web (por ejemplo, HTML5, CSS3, JavaScript, AngularJS, etc.)	4	
	DI#7.1	Soporte para gestión y ejecución de casos de prueba	5	
	DI#7.2	Soporte para definición de pruebas funcionales	5	
	DI#7.3	Soporte para definición de pruebas no funcionales	0	
	DI#7.4	Soporte para definición de pruebas de regresión	0	
	Total Diseño			114/310 (3,68)
	Despliegue	DP#1.1	Soporte para despliegue sobre motor de ejecución distribuido (clúster)	5
		DP#1.2	Soporte para despliegue sobre múltiples motores de ejecución	0
		DP#1.3	Soporte para proceso simplificado de despliegue	5
		DP#2.1	Soporte para notificación a los usuarios participantes	0
		DP#2.2	Soporte para notificación a administradores de despliegues fallidos	5
Total Despliegue			15/50 (3)	
Ejecución	EX#1.1	Soporte nativo para ejecución de BPMN 2.0	10	
	EX#1.2	Soporte para ejecución de otros lenguajes (por ejemplo, BPEL, XPD, Petri Nets o YAWL)	0	
	EX#2.1	Soporte para orquestación de procesos incluyendo asignación basada en reglas de negocio, roles, prioridades y eventos	10	
	EX#2.2	Soporte para coreografías entre procesos	10	
	EX#2.3	Soporte a patrones de control de flujo, de datos y de recursos	10	
	EX#3.1	Soporte para ejecución simultánea de múltiples versiones del mismo proceso	0	
	EX#3.2	Soporte para actualización de instancias en tiempo de ejecución	0	
	EX#4.1	Soporte para manejo automático de excepciones	0	
	EX#4.2	Soporte a patrones de manejo de excepciones	0	
	EX#4.3	Soporte para captura y notificación de eventos de excepción	0	
	EX#5.1	Soporte para tecnologías de portales web	10	
	EX#5.2	Soporte para integración en portales corporativos (portlet/JSR 168)	0	
	EX#5.3	Soporte para portales con características colaborativas, sociales y gestión de la interacción humana	0	
	EX#5.4	Soporte para interacción desde dispositivos móviles	0	
	EX#6.1	Soporte para API programática (por ejemplo, SDK Java, C#, etc.)	1	
	EX#6.2	Soporte para API de servicios web (por ejemplo, SOAP o REST)	5	
	EX#7.1	Soporte para ejecución de múltiples inquilinos	0	
	EX#7.2	Soporte para ejecución en clúster	10	
	EX#7.3	Soporte para ejecución en la nube	10	
	EX#7.4	Rendimiento del motor de ejecución	0	
EX#7.5	Eficiencia para el procesamiento de KPIs	0		
Total Ejecución			76/210 (3,62)	
Administración	AD#1.1	Soporte para administración de aspectos técnicos	0	
	AD#2.1	Soporte para configuración de la plataforma	0	
	AD#2.2	Soporte para gestión de modelo organizacional	10	
	AD#2.3	Soporte para despliegue de procesos de negocio	10	
	AD#2.4	Soporte para notificaciones y alertas	0	
	AD#2.5	Soporte para el control de versiones y cambios en las instancias de los procesos en ejecución	0	
	AD#2.6	Soporte para gestión dinámica de los procesos en ejecución (iniciar, pausar, cancelar, reasignación de recursos, reglas de negocio, etc.)	5	
	AD#2.7	Soporte para modificación automática de procesos en ejecución	0	
Total Administración			25/80 (3,13)	
Monitorización	MO#1.1	Soporte para monitorización de aspectos técnicos	0	
	MO#1.2	Soporte para notificaciones y alertas de incidencias técnicas	0	
	MO#2.1	Soporte para monitorización activa mediante técnicas BAM	0	
	MO#2.2	Soporte para monitorización CEP	0	

	MO#2.3	Soporte para lanzamiento de alertas	0
	MO#2.4	Soporte para ejecución automática de acciones	0
	MO#2.5	Soporte para minería de procesos, OLAP y técnicas de BI	0
	MO#2.6	Soporte para gestión de decisiones operacionales	0
	MO#2.7	Soporte para personalización de reportes (dashboards y scorecards)	0
	MO#2.8	Soporte para diferentes niveles de detalle de reportes	0
	Total Monitorización		0/100 (0)
Producto	PR#1.1	Plataforma tecnológica de desarrollo del BPMS (por ejemplo, Java, .NET, etc.)	10
	PR#2.1	Comercial, de código abierto, suscripciones, etc.	8
	PR#3.1	Versión actual del producto	6
	PR#4.1	Ofrece servicios de consultoría, implantación y soporte del producto	7
	PR#5.1	Número de partners e integradores y su ámbito	7
	PR#5.2	Número de casos de éxito	7
	PR#5.3	Número de clientes	6
	PR#6.1	Cantidad y calidad de la documentación, manuales de usuario, de administrador, de configuración, documentación técnica, tutoriales, white papers, wiki, foros, etc.	7
	PR#7.1	Ofrece servicios de formación técnica, de negocio, etc., de forma presencial, en línea, etc.	6
	PR#8.1	Actividad de la comunidad, desarrollo componentes, soporte técnico y funcional, blogs, foros, etc.	8
	Total Producto		72/100 (7,2)
Puntuación total			372/1130 (3,3)

Tabla 17. Puntuación de evaluación de Bonita BPM Platform

Anexo 3. Evaluación de Activiti BPM Platform

En la tabla siguiente se muestra la puntuación obtenida por cada uno de los criterios de evaluación para la suite Bonita BPM. Se muestra la puntuación individual de cada criterio y la puntuación total del grupo de criterios, con el promedio mostrado entre paréntesis. Al final de la tabla se muestra la puntuación total obtenida por el producto.

	Referencia	Descripción	Activiti BPM
Identificación	ID#1.1	Soporte para capturar los objetivos estratégicos de la organización (por ejemplo, mediante cuadros de mando)	0
	ID#2.1	Soporte para capturar otros aspectos relevantes como las métricas de rendimiento, factores críticos de éxito, personas interesadas, etc.	0
	ID#3.1	Soporte para la creación de modelos de procesos de negocio de alto nivel (por ejemplo, mediante diagramas de cadena de valor añadido)	0
	ID#4.1	Soporte para la creación del modelo de arquitectura de procesos (por ejemplo, mediante los EPM, modelos BPA, modelos BMM, EKD o mediante diagramas de cadena de valor añadido)	0
	Total Identificación		
Definición	DE#1.1	Soporte completo al lenguaje de modelado BPMN 2.0	5
	DE#1.2	Soporte a otros lenguajes de modelado (por ejemplo, BPEL, XPD, AD, Petri Nets, YAWL, etc.)	0
	DE#1.3	Soporte para la interoperabilidad mediante el formato estándar XML	10
	DE#1.4	Soporte para la interoperabilidad entre diferentes lenguajes de modelado (importación/exportación de modelos de/a otros lenguajes y formatos)	0
	DE#1.5	Soporte al lenguaje de modelado de gestión dinámica de casos CMMN	0
	DE#1.6	Soporte para diferentes perspectivas y vistas de los modelos de proceso	0
	DE#2.1	Soporte para la gestión de diferentes tipos de KPIs	0
	DE#2.2	Soporte para definición de KPIs de proceso y de negocio	5
	DE#2.3	Soporte para modelo flexible de KPIs	0
	DE#3.1	Soporte para especificación de reglas en diferentes formatos y lenguajes (por ejemplo, SBVR)	0
	DE#3.2	Soporte para modelado gráfico de reglas	0
	DE#3.3	Soporte para modelado de reglas implícitas	10
	DE#3.4	Soporte para modelado de reglas explícitas	5
	DE#3.5	Soporte para integración con repositorio de reglas de negocio	0
	DE#3.6	Soporte para integración con sistemas de gestión de reglas de negocio externos	10
	DE#4.1	Soporte para gestión del modelo de usuarios, grupos y roles de la organización	0
	DE#4.2	Soporte para integración con gestor de identidades (por ejemplo, LDAP)	0
	DE#5.1	Soporte para la verificación, simulación y validación de procesos de negocio	0
	DE#5.2	Soporte para el análisis y comparación de resultados de simulaciones	0
	DE#5.3	Soporte para utilización de datos históricos como fuente de datos para la simulación	0
DE#6.1	Usabilidad de las herramientas de modelado, gestión de identidades, simulación, etc.	6	
DE#6.2	Soporte para el trabajo colaborativo en el entorno de desarrollo	0	
DE#6.3	Soporte para la gestión de la interacción humana (HIM) en el entorno de desarrollo	0	
DE#6.4	Soporte para integración con repositorio de procesos (por ejemplo, en base de datos, Git, SVN, etc.)	0	
Total Definición			51/240 (2,13)
Diseño	DI#1.1	Soporte para transformación automática entre lenguajes de modelado y lenguajes de ejecución de procesos	0
	DI#1.2	Soporte para transformación manual entre lenguajes de modelado y lenguajes de ejecución de procesos	0
	DI#1.3	Soporte para transformaciones entre BPMN, BPEL y XPD	0
	DI#1.4	Soporte para sincronización entre el modelo de negocio ejecutable y el modelo del proceso de negocio	0
	DI#2.1	Soporte para creación de SLAs	0
	DI#2.2	Soporte para enlazado de KPIs de nivel de servicio con el proceso de negocio	0
	DI#3.1	Soporte para manejo de errores	10
	DI#3.2	Soporte para manejo de excepciones	0
	DI#3.3	Soporte para manejo de compensaciones	0
	DI#3.4	Soporte para manejo de transacciones	5
	DI#4.1	Soporte para acceso a fuentes de datos internas (por ejemplo, JDBC, ODBC, OLE-DB)	2
	DI#4.2	Soporte para acceso a fuentes de datos externas (por ejemplo, blogs, foros, wikis, redes sociales, dispositivos móviles, etc.)	0
	DI#4.3	Soporte para integración con gestión de identidades y sistemas de autenticación y acceso (por ejemplo, LDAP, SSO, metadirectorios, PKI, SAML, etc.)	1

Diseño	DI#4.4	Soporte para gestión de contenidos	0	
	DI#4.5	Soporte para integración con ECM (por ejemplo, CMIS, WebDAV, etc.)	1	
	DI#4.6	Soporte para middleware de EIA (por ejemplo, colas transaccionales, brokers de mensajería, sistemas de publicación/suscripción, ESB, etc.)	5	
	DI#4.7	Soporte para estándares de servicios web (por ejemplo, SOAP, REST)	5	
	DI#4.8	Conectores de integración predeterminados	0	
	DI#4.9	Soporte para desarrollo de conectores personalizados	5	
	DI#5.1	Soporte para generación automática de formularios e interfaces	5	
	DI#5.2	Soporte para generación manual de formularios e interfaces	5	
	DI#5.3	Soporte para personalización de interfaces	5	
	DI#5.4	Soporte para integración con herramientas de generación de formularios (por ejemplo, betterForm, Orbeon, etc.)	5	
	DI#5.5	Soporte a estándares para formularios dinámicos (por ejemplo, XForm)	0	
	DI#6.1	Soporte para lenguajes de programación de alto nivel (por ejemplo, Java, Groovy, C#, etc.)	2	
	DI#6.2	Soporte para lenguajes de programación de scripting (por ejemplo, JavaScript, ECMAScript, etc.)	2	
	DI#6.3	Soporte para lenguajes y frameworks web (por ejemplo, HTML5, CSS3, JavaScript, AngularJS, etc.)	4	
	DI#7.1	Soporte para gestión y ejecución de casos de prueba	0	
	DI#7.2	Soporte para definición de pruebas funcionales	0	
	DI#7.3	Soporte para definición de pruebas no funcionales	0	
	DI#7.4	Soporte para definición de pruebas de regresión	0	
	Total Diseño			62/310 (2)
	Despliegue	DP#1.1	Soporte para despliegue sobre motor de ejecución distribuido (clúster)	0
		DP#1.2	Soporte para despliegue sobre múltiples motores de ejecución	0
		DP#1.3	Soporte para proceso simplificado de despliegue	5
		DP#2.1	Soporte para notificación a los usuarios participantes	0
		DP#2.2	Soporte para notificación a administradores de despliegues fallidos	0
Total Despliegue			5/50 (1)	
Ejecución	EX#1.1	Soporte nativo para ejecución de BPMN 2.0	5	
	EX#1.2	Soporte para ejecución de otros lenguajes (por ejemplo, BPEL, XPD, Petri Nets o YAWL)	0	
	EX#2.1	Soporte para orquestación de procesos incluyendo asignación basada en reglas de negocio, roles, prioridades y eventos	0	
	EX#2.2	Soporte para coreografías entre procesos	5	
	EX#2.3	Soporte a patrones de control de flujo, de datos y de recursos	5	
	EX#3.1	Soporte para ejecución simultánea de múltiples versiones del mismo proceso	5	
	EX#3.2	Soporte para actualización de instancias en tiempo de ejecución	0	
	EX#4.1	Soporte para manejo automático de excepciones	0	
	EX#4.2	Soporte a patrones de manejo de excepciones	0	
	EX#4.3	Soporte para captura y notificación de eventos de excepción	0	
	EX#5.1	Soporte para tecnologías de portales web	10	
	EX#5.2	Soporte para integración en portales corporativos (portlet/JSR 168)	0	
	EX#5.3	Soporte para portales con características colaborativas, sociales y gestión de la interacción humana	0	
	EX#5.4	Soporte para interacción desde dispositivos móviles	0	
	EX#6.1	Soporte para API programática (por ejemplo, SDK Java, C#, etc.)	1	
	EX#6.2	Soporte para API de servicios web (por ejemplo, SOAP o REST)	5	
	EX#7.1	Soporte para ejecución de múltiples inquilinos	5	
	EX#7.2	Soporte para ejecución en clúster	10	
	EX#7.3	Soporte para ejecución en la nube	10	
	EX#7.4	Rendimiento del motor de ejecución	0	
EX#7.5	Eficiencia para el procesamiento de KPIs	0		
Total Ejecución			61/210 (2,91)	
Administración	AD#1.1	Soporte para administración de aspectos técnicos	0	
	AD#2.1	Soporte para configuración de la plataforma	0	
	AD#2.2	Soporte para gestión de modelo organizacional	10	
	AD#2.3	Soporte para despliegue de procesos de negocio	10	
	AD#2.4	Soporte para notificaciones y alertas	0	
	AD#2.5	Soporte para el control de versiones y cambios en las instancias de los procesos en ejecución	0	
	AD#2.6	Soporte para gestión dinámica de los procesos en ejecución (iniciar, pausar, cancelar, reasignación de recursos, reglas de negocio, etc.)	5	
	AD#2.7	Soporte para modificación automática de procesos en ejecución	0	
Total Administración			25/80 (3,13)	
Monitorización	MO#1.1	Soporte para monitorización de aspectos técnicos	5	
	MO#1.2	Soporte para notificaciones y alertas de incidencias técnicas	0	
	MO#2.1	Soporte para monitorización activa mediante técnicas BAM	0	
	MO#2.2	Soporte para monitorización CEP	0	

	MO#2.3	Soporte para lanzamiento de alertas	0
	MO#2.4	Soporte para ejecución automática de acciones	0
	MO#2.5	Soporte para minería de procesos, OLAP y técnicas de BI	0
	MO#2.6	Soporte para gestión de decisiones operacionales	0
	MO#2.7	Soporte para personalización de reportes (dashboards y scorecards)	5
	MO#2.8	Soporte para diferentes niveles de detalle de reportes	5
	Total Monitorización		15/100 (1,5)
Producto	PR#1.1	Plataforma tecnológica de desarrollo del BPMS (por ejemplo, Java, .NET, etc.)	10
	PR#2.1	Comercial, de código abierto, suscripciones, etc.	8
	PR#3.1	Versión actual del producto	4
	PR#4.1	Ofrece servicios de consultoría, implantación y soporte del producto	7
	PR#5.1	Número de partners e integradores y su ámbito	4
	PR#5.2	Número de casos de éxito	3
	PR#5.3	Número de clientes	4
	PR#6.1	Cantidad y calidad de la documentación, manuales de usuario, de administrador, de configuración, documentación técnica, tutoriales, white papers, wiki, foros, etc.	6
	PR#7.1	Ofrece servicios de formación técnica, de negocio, etc., de forma presencial, en línea, etc.	7
	PR#8.1	Actividad de la comunidad, desarrollo componentes, soporte técnico y funcional, blogs, foros, etc.	6
	Total Producto		59/100 (5,9)
Puntuación total			278/1130 (2,47)

Tabla 18. Puntuación de evaluación de Activiti BPM Platform

Anexo 4. Instalación de Bonita BPM

Distribuciones del producto

Bonita BPM se distribuye en varios paquetes según sean las funcionalidades de la herramienta que se requieran.

Por una parte está la herramienta de diseño de procesos de negocio, Bonita BPM Studio, que incluye el motor y el portal embebidos. Este paquete está destinado a los analistas de negocio y a los desarrolladores de aplicaciones. Los analistas realizan el modelado de los procesos de negocio, y los desarrolladores implementan la aplicación a partir del modelo, donde se incluye la conectividad entre los diferentes sistemas de la organización, la construcción de las interfaces de usuario, las pruebas y, la configuración de general del proceso de negocio. El motor y el portal embebidos forman parte del entorno de desarrollo para la simulación y testeo de los procesos de negocio. Se trata pues del entorno de desarrollo.

Este paquete se distribuye como instalador en las versiones de sistemas operativos soportados o como un archivo comprimido con todos los componentes necesarios para Bonita Studio pero sin instalador.

Por otra parte está el paquete (bundle) para la puesta en marcha del entorno de producción, Bonita BPM Platform, que incluye el motor y el portal. En este caso Bonitasoft ofrece dos distribuciones, una que cuenta con los componentes previamente instalados en Tomcat o JBoss, y otra con todos los componentes necesarios para su despliegue sobre un servidor de aplicaciones existente.

Instalación del entorno de desarrollo

Al tratarse del entorno de desarrollo, para la instalación de Bonita BPM Studio hemos seleccionado la distribución con instalador, que realiza una instalación por defecto de todos los componentes necesarios para la puesta en marcha del entorno. Esta distribución incluye una base de datos (H2 Database Engine), y un contenedor de aplicaciones (Tomcat 7) embebidos para facilitar el desarrollo y probar los procesos modelados.

La instalación de Bonita BPM Studio con esta opción no dura más de 5 minutos.

Por defecto, la herramienta queda instalada en la ruta `/home/<user>/BonitaBPMCommunity-6.5.0`, que en adelante se referenciará como `BONITA_HOME`.

En este caso, para el entorno de desarrollo usaremos la base de datos PostgreSQL 9.4 en vez de la que trae incluido el paquete de Bonita BPM Studio, para facilitar la visualización y el análisis de las tablas creadas por la herramienta tanto para el modelo de datos de procesos como el de negocio.

Para ello, seguimos los pasos siguientes (7.0.3)

1. Crear un usuario en la base de datos con nombre y contraseña `bonita_dev`, que cuente con privilegios de creación de tablas, índices, etc.
2. Crear una base de datos con nombre `bonita_dev`, seleccionando como propietario de la misma al usuario creado anteriormente.
3. Comentar el listener de H2 en el archivo `server.xml` situado en `%BONITA_HOME%/workspace/server_configuration/tomcat_conf/` para que no arranque automáticamente al iniciar Bonita Studio.
4. Comentar las propiedades de H2 y configurar las de PostgreSQL en el archivo `bitronix-resources.properties`, situado en la ruta `%BONITA_HOME%/workspace/server_configuration/tomcat_conf/`
5. Configurar el DataSource correspondiente a PostgreSQL en el archivo `bonita.xml`, situado en `%BONITA_HOME%/workspace/server_configuration/tomcat_conf/Catalina/localhost/`
6. Comentar la línea `db.vendor=${sysprop.bonita.db.vendor:h2}` y añadir `db.vendor=postgres` en el archivo `bonita-platform-community-custom.properties`, situado en `%BONITA_HOME%/workspace/tomcat/bonita/engine-server/conf/platform/`
7. Copiar el driver JDBC correspondiente a la versión de PostgreSQL en `%BONITA_HOME%/workspace/tomcat/lib/bonita/`. En este caso es el archivo `postgresql-9.4-1202.jdbc41.jar`.
8. Comentar el listener de H2 en el archivo `server.xml`, situado en `%BONITA_HOME%/workspace/tomcat/conf/`.
9. Comentar las propiedades de H2 y configurar las de PostgreSQL en el archivo `bitronix-resources.properties`, situado en `%BONITA_HOME%/workspace/tomcat/conf/`.
10. Configurar el DataSource correspondiente en el archivo `bonita.xml`, situado en `%BONITA_HOME%/workspace/tomcat/conf/Catalina/localhost/`.

Al ejecutar por primera vez Bonita BPM Studio hay que ir a la opción de *Configuración*, y en la opción *DB Conectores* hay que sustituir la librería del driver JDBC de PostgreSQL 9.2 por la de la versión 9.4, seleccionando la opción PostgreSQL 9.2 de la lista.

Costes de instalación y configuración de entornos

En cuanto a costes temporales de instalación y configuración tanto del entorno de desarrollo como del de producción, las cifras son:

- Entorno de desarrollo, aproximadamente entre 30 y 45 minutos.

Anexo 5. Instalación de Activiti BPM Platform

Distribuciones del producto

Para el entorno de desarrollo, Activiti cuenta con un plugin del IDE Eclipse, que se puede descargar desde el centro de software de la herramienta, añadiendo la siguiente URL.

- <http://activiti.org/designer/update/>

Además, para la ejecución de los procesos de negocio desarrollados, en el entorno de producción se puede instalar las aplicaciones web Activiti Explorer y Activiti REST, que se encuentran en el paquete de distribución de Activiti BPM Platform.

Activiti BPM Platform se distribuye como un único paquete comprimido, compatible con cualquier sistema operativo que puede ejecutar aplicaciones Java.

Este paquete incluye:

- Carpeta `/database`
 - Incluye los script de creación, actualización y eliminación del modelo de datos de Activiti para cada una de las bases de datos soportadas
- Carpeta `/docs`
 - Incluye la documentación de la herramienta, la guía de usuario y la documentación java
- Carpeta `/libs`
 - Incluye todas las librerías necesarias, incluido el motor, para desarrollar aplicaciones sobre Activiti
- Carpeta `/wars`
 - Incluye las aplicaciones web Activiti Explorer y Activiti REST

Instalación del entorno de desarrollo

La instalación del entorno de desarrollo consta de dos partes, descritas a continuación.

Por una parte, debemos instalar el plugin de Eclipse Activiti BPM Designer, agregando la URL comentada anteriormente. Dependiendo de la distribución de Eclipse que tengamos instalada, puede ser necesaria previamente la instalación del framework gráfico Graphiti, que proporciona la infraestructura de modelado necesaria sobre Eclipse Modeling Framework (EMF). Graphiti también puede ser instalado a través del centro de software del IDE.

Por otra parte, para probar la correcta ejecución de los procesos desarrollados, instalamos la aplicación web de prueba Activiti Explorer, que facilita dicha tarea.

Por defecto, Activiti Explorer incluye la base de datos embebida H2 Database Engine, que no utilizaremos. Al igual que en el caso de Bonita BPM, utilizaremos la base de datos PostgreSQL.

Para poder utilizar dicha base de datos, resulta necesaria la modificación de la configuración de las fuentes de datos que incluyen las aplicaciones Activiti Explorer y Activiti REST. Para ello, debemos realizar uno de los pasos siguientes [<http://activiti.org/userguide/index.html#databaseConfiguration>]:

- O bien se puede modificar el fichero `bp.properties` situado en `/WEB-INF/classes/`, dentro de `activiti-explorer.war` o `activiti-rest.war`, estableciendo la siguiente configuración:

```
db=postgres
jdbc.driver=org.postgresql.Driver
jdbc.url=jdbc:postgresql://localhost:5432/activiti_dev
jdbc.username=activiti_dev
jdbc.password=activiti_dev
```

- O bien se puede crear un `DataSource` en el fichero `context.xml` situado en `/META-INF`, dentro de `activiti-explorer.war` o `activiti-rest.war`, añadiendo la siguiente configuración:

```
<Context path="/activiti-explorer" copyXML="true">
  <Resource auth="Container"
    name="jdbc/activiti_dev_DB"
    type="javax.sql.DataSource"
    scope="Shareable"
    description="JDBC DataSource"
    url="jdbc:postgresql://localhost:5432/activiti_dev"
    driverClassName="org.postgresql.Driver"
    username="activiti_dev"
    password="activiti_dev"
    defaultAutoCommit="false"
    initialSize="5"
    maxWait="5000"
    maxActive="120"
    maxIdle="5"/>
</Context>
```

- Adicionalmente, hay que modificar la siguiente configuración en el fichero `activiti-custom-context.xml`, situado en `/WEB-INF/classes/`
 - Comentar o eliminar la definición del bean con `id="dbProperties"`
 - Comentar o eliminar la definición del bean con `id="dataSource"`
- Para esta opción de configuración, podemos eliminar del war el fichero `bp.properties`

En este caso, seleccionamos la segunda opción de configuración, delegando en el contenedor de aplicaciones la creación y mantenimiento de las conexiones con la base de datos.

Activiti Explorer también ofrece la posibilidad de crear algunos datos de prueba, como usuarios, modelos o informes, que permiten testear las capacidades de la plataforma sin necesidad de realizar el despliegue de ningún proceso, la configuración de la base de datos, etc.

En nuestro caso, necesitamos crear los usuarios y procesos establecidos en el caso de prueba, por lo que debemos inhabilitar esta facilidad. Para ello, se debe modificar el fichero `engine.properties`, situado en `/WEB-INF/classes/`, y establecer todas las propiedades a `false`, tal y como se muestra a continuación:

```
# demo data properties
create.demo.users=false
create.demo.definitions=false
create.demo.models=false
create.demo.reports=false
```

Costes de instalación y configuración de entornos

Los costes temporales de instalación y configuración tanto del entorno de desarrollo como del de producción de Activiti BPM Platform son:

- Entorno de desarrollo, aproximadamente unos 30 minutos.