

# BPM para la gestión de procesos del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte

Wilson Andrés Zabala Villarreal, Milton Patricio Cevallos Tito

<sup>a</sup> Postgrados Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio,  
Ibarra, Ecuador  
wandreszv@hotmail.com, cevallos\_patricio@hotmail.com

**Resumen.** El Instituto de Postgrado de la Universidad Técnica del Norte cuenta con procesos administrativos y académicos que no están integrados al Sistema Informático, lo que genera demora en el tiempo de respuesta y un inadecuado seguimiento de los mismos; además se evidencia dificultad en la comunicación entre las dependencias, ocasionando escasa regularización en los procesos. El objetivo de la investigación, es el análisis de herramientas BPM que permita a través de un módulo de gestión integrar y modelar los procesos del Instituto de Posgrado en el Sistema Informático de la Universidad Técnica del Norte. Para efectos de esta investigación se asumió un enfoque cualitativo, de campo y documental. En cuanto a las técnicas de recolección de información se aplicó encuestas realizadas al personal académico y administrativo del Instituto; conjuntamente se entrevistó al director del departamento de desarrollo tecnológico de la Universidad Técnica del Norte. Los resultados obtenidos de la integración de la librería BPMN-JS en el sistema informático integrado de la UTN permitieron identificar, modelar y determinar las actividades y procedimientos dentro de un modelo de gestión de procesos y dar a conocer al personal administrativo, docente y estudiantes del IP de manera ágil las actividades y tareas de cada proceso.

**Palabras Clave:** Postgrado, BPM, gestión de procesos, agilidad, bpmn-js.

**Eje temático:** Soluciones TIC para la Gestión.

## 1 Introducción

Las entidades de Educación Superior del Ecuador se encuentran en proceso de cambio y emprenden nuevos desafíos, en donde las tecnologías tienen un papel esencial en los procesos administrativos y académicos [1].

El Instituto de Postgrados de la Universidad Técnica del Norte (IP-UTN), ofrece programas de maestría en diferentes áreas; cuyos estudiantes frecuentemente solicitan información sobre notas, reportes y otros trámites referentes al programa de posgrado que cursan.

Los funcionarios de esta dependencia manejan procesos de forma manual; en ocasiones el personal administrativo realiza procedimientos repetitivos debido a la falta de integración de tareas y actividades entre la gestión administrativa y académica, dando lugar a demora en el tiempo de respuesta y generando un inadecuado seguimiento a los procesos; además se evidencia dificultad en la comunicación entre las dependencias.

Con el propósito de alcanzar eficiencia y mejores resultados, el Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte devela la necesidad de emplear una metodología ágil en sus actividades; para esto se presenta la propuesta del manejo de Gestión de Procesos (BPM).

El BPM [2], es un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías que se utilizan para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales.

Como menciona [3], BPM posibilita a las empresas identificar indicadores para poder evaluar el rendimiento de las diversas actividades que se producen, no solo consideradas de forma aislada, sino formando parte de un conjunto estrechamente interrelacionado. La gestión de procesos puede ayudar a mejorar significativamente los ámbitos de gestión de las empresas o instituciones.

Para el desarrollo del módulo de gestión de procesos se utilizará la metodologías ágil SCRUM y la metodología tradicional RUP, lo que permite manejar iteraciones incrementales y revisiones continuas. Se utilizará la herramienta APEX y BPMN-JS, las mismas que permite diseñar, desarrollar e implantar una solución manejando la base de datos Oracle 11g [4].

## 2 Documento Principal

### 2.1 Antecedentes

El proyecto se basa en el manejo de los procesos basado en la disciplina BPM utilizando SCRUM y RUP como metodologías de desarrollo, en el repositorio digital de la Universidad Técnica de Ambato se encuentra el artículo "Buscando la excelencia educativa: Gestión de procesos académicos y administrativos en Instituciones Públicas de

Educación mediante BPM”, en este documento se habla sobre la gestión basado en procesos como un modelo para conocer las actividades que se realizan en las Instituciones de Educación Superior (IES), con la finalidad de mejorar y demostrar que se puede potenciar la calidad de la educación superior desde un punto de vista: económico, tecnológico, social, político, y de docencia que permitirá optimizar el nivel de desempeño de estos ámbitos de manera eficaz y eficiente, con la Gestión de Procesos de Negocio o Business Process Management (BPM) [5].

Existe un artículo en la Universidad Técnica de Ambato de título “Aplicación de la metodología BPM: RAD en una Institución de Educación Superior”, trata sobre el uso de estándares de BPM, para el diseño y modelado de procesos de negocio, Process Model and Notation (BPMN) es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de negocio. Esta Notación ayuda a interpretar lógicamente los procesos, subproceso, actividades y tareas, que ejecutan los actores inmersos en los procesos de una forma secuencial y ordenada [6].

[7] Indica, que el mejoramiento práctico de los procesos educacionales, incluyendo los de nivel superior, posee como importante precedente la reflexión crítica y el asentamiento sobre sólidas y multidisciplinarias bases científicas de la labor de los profesores, directivos y del resto de los sujetos implicados en dicho proceso.

## 2.2. BPM

El presente proyecto de investigación se sustentará en las tecnologías BPM haciendo uso de buenas prácticas para la optimización de los procesos existentes en el Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte aplicando la metodología ágil SCRUM que permite realizar iteraciones rápidas y a corto plazo aplicando la reducción de los residuos y una mayor optimización de forma masiva.

Dentro de los mecanismos tecnológicos, como menciona [8], ha emergido en la actualidad el BPM (Business Process Management, o Gestión de Procesos de Negocio) como uno de los paradigmas, que ofrece efectivamente la funcionalidad técnica de administrar procesos en sus fases de diseño, implementación y control desde la perspectiva estratégica de la organización.

Por lo que se puede mencionar que el BPM [9] es “una disciplina o enfoque disciplinado orientado a los procesos de negocio, pero realizando un enfoque integral entre procesos, personas y tecnologías de la información”.

BPM se encuentra en torno a tres dimensiones:

- **Negocio**, dimensión de valor, incorpora la capacidad para alinear actividades operacionales con objetivos y estrategias. Concentra los recursos y esfuerzos de la empresa en la creación de valor para el cliente.
- **El proceso**, dimensión de transformación, los procesos transforman los recursos y materiales en productos o servicios para clientes y consumidores finales.
- **La gestión**, dimensión de capacitación, da a las personas un sistema que maneja procesos con fines y objetivos del negocio.

El ciclo de vida del desarrollo de un BPM es:

- Diseño
- Modelamiento
- Ejecución
- Monitoreo
- Optimización



**Figura. 1.** Ciclo de Vida de BPM

Fuente: [10]

Como describe [11], la arquitectura de procesos se compone de un “conjunto de modelos que describe la empresa como una estructura coherente, documentando el estado actual de la organización, el estado deseado y expresa la brecha entre ambos”. Comprendiendo de manera simple como una representación abstracta y descriptiva de la organización en general.

Según [12], los procesos se pueden clasificar en tres categorías: procesos estratégicos, operativos y de soporte.

- **Procesos estratégicos:** destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias, se relacionan directamente con la misión y la visión de la organización y afectan en su totalidad a la misma.
- **Procesos operativos:** son procesos que permiten generar el producto/servicio que se entrega al cliente, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente final. Generalmente atraviesan muchas funciones. Son procesos que valoran los clientes y los accionistas.
- **Procesos de soporte:** sus clientes son internos ya que sustentan los procesos centrales de la organización, llamados también procesos de apoyo.

Como menciona [5], el enfoque de la gestión de procesos, ha evolucionado la manera de cambiar las formas de desarrollo de sistemas de información atravesando de un desarrollo orientado a datos a un desarrollo orientado a procesos, donde las herramientas son los Sistemas de Gestión de Procesos de Negocio o Business Process Management Systems (BPMS).

Entendiendo a un BPMS como un conjunto de servicios y herramientas que se encargan de modelar los Procesos de Negocio con una visión integrada, independientemente del sistema que hace cada tarea, consiguiendo con ello una gestión mucho más eficiente al estar centralizado en un único punto todo el ciclo de vida: modelado, simulación, despliegue, monitorización y rediseño para su optimización [13].

Los aspectos clásicos, según [14], que integran los BPMS se mencionan:

- Conseguir un gráfico útil tanto para los dueños del negocio como para los analistas de TIC con la finalidad de visualizar el flujo de trabajo.
- Simular el proceso de negocio, tomando como pruebas datos actuales e históricos.
- Proveer la habilidad de crear automáticamente interfaces, reportes, reglas de negocio con el fin de conducir el flujo del proceso y la toma de decisiones.
- Capacidad de integrar con otras herramientas externas.

Para trasladar los procesos manuales de negocio a una herramienta BPMS, se requiere el uso de estándares tales como [15]:

- Una notación para el modelado de procesos de negocio, Business Process Modeling Notation (BPMN)
- El lenguaje de modelado de procesos de negocio, Business Process Modeling Language (BPML)
- Un lenguaje para realizar queries de un proceso de negocio: el Business Process Query Language (BPQL).

Con el propósito de integrar un módulo de Gestión de procesos en el Sistema Informático de la Universidad Técnica del Norte fue necesario el análisis de algunas herramientas disponibles en el mercado tanto propietarias como open source, dentro del estándar de notación para el modelado de procesos de negocio (BPMN), entre las principales se menciona:

- **BonitaSoft:** es una herramienta que se clasifica en 4 ediciones [16]: Community que tiene licencia GNU GPL v2., disponible para todos los sistemas Operativos, Teamwork, Efficiency y Performance.
- Bizagi: es una herramienta con dos productos complementarios, un Modelador de Procesos y una Suite de BPM. **Bizagi** Process Modeler es un Freeware utilizado para diagramar, documentar y simular procesos usando la notación estándar BPMN [17]
- **BPMN-JS:** es un conjunto de herramientas de representación BPMN 2.0 y modelador web. Está escrito en JavaScript, incorpora diagramas de BPMN 2.0 en navegadores modernos y no requiere backend de servidor. Que hace que sea fácil de integrar en cualquier aplicación web [18].

Luego de la evaluación de las tres herramientas antes mencionadas, se realizó una matriz de criterios descrito en la siguiente tabla, que permita integrarse a las herramientas de desarrollo que dispone la Universidad Técnica del Norte, esto es Oracle Database y Oracle Application Express (Oracle APEX).

**Tabla 1.** Cuadro comparativo de herramientas BPMN

Características	BPMN		
	Bonita BPMN	Bizagi Modeler	BPMN-JS
Open Source	2	2	2
Facilidad de modelado y aprendizaje	1	2	2
Documentación existente y acceso a la misma	2	1	2
Multiplataforma	2	2	2
Integración a Base de datos (Oracle) y herramientas de desarrollo WEB (Apex)	1	1	2
2= Si Cumple			
1= Cumple medianamente			
0=No cumple			
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>

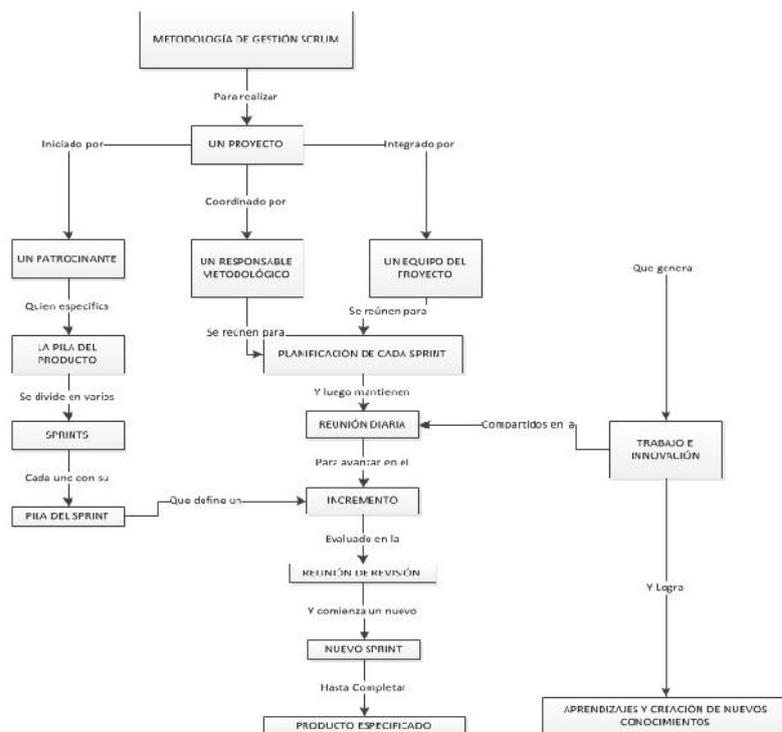
Fuente: Elaborado por investigadores.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la inclinación por optar por la herramienta BPMN-JS es mayor debido a su facilidad de adaptación a herramientas de desarrollo WEB como APEX en la cual se encuentra desarrollado el sistema informático de la Universidad Técnica del Norte, por lo que el modelo de negocios se automatizará con esta herramienta y los datos generados se almacenará en la propia base de datos que la Universidad maneja.

## 2.2 Metodologías

### 2.2.1 Metodología SCRUM

Scrum trata de elevar la productividad del equipo de desarrollo, reducir las actividades no orientadas a un producto de software funcional y conseguir resultados en tiempos cortos. Utiliza un elemento conocido como *sprint* [19], que significa “carrera corta” y representa una etapa de trabajo. Usualmente su duración va de una semana hasta un mes, está definida por una fecha de inicio y una fecha de fin. Durante el proceso del sprint los miembros del equipo deben cumplir las tareas y completarlas; un proyecto puede tener varios sprints. En el siguiente gráfico se presenta un ejemplo el cual especifica su ejecución.



**Figura. 2.** Metodología de Gestión Scrum  
Fuente: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum>

### 2.2.2 Proceso unificado de racional (RUP)

RUP como metodología de desarrollo de software establece un marco de trabajo genérico que puede especializarse para una gran variedad de sistemas de software; está basado en un Lenguaje Unificado de Modelado para preparar todos los esquemas de un sistema. [20].

A continuación se describe las cuatro fases en las que se divide RUP.

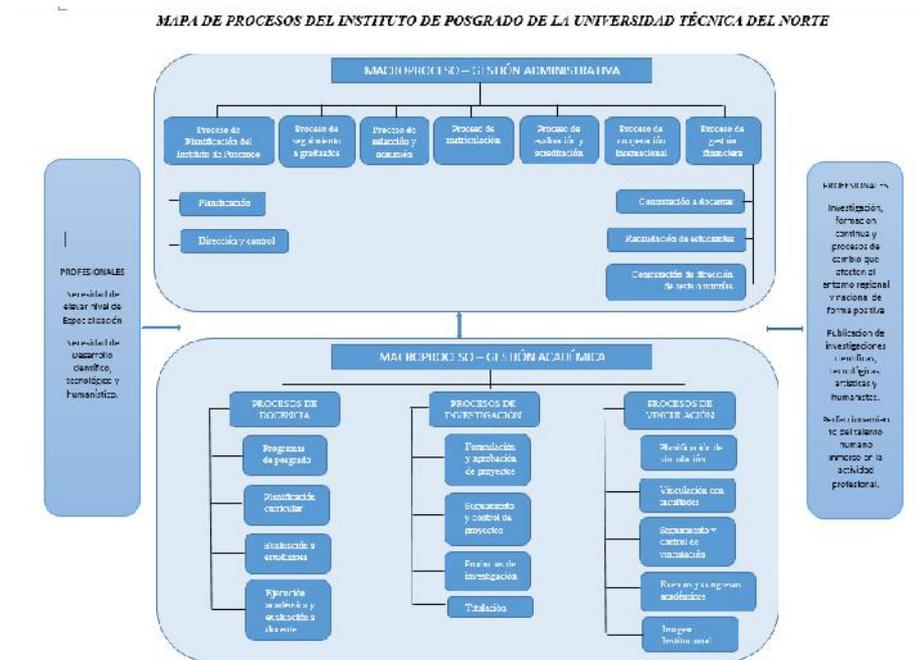
- Inicio, en esta fase se establece el alcance, y se describen los requerimientos del cliente, también se reconoce los casos de uso más críticos del sistema, además de estas se puede identificar la propuesta del cliente, la estimación del costo y el esfuerzo empleado en el proyecto [20].
- Elaboración, esta fase tiene como propósito analizar el problema, definir el diseño de la arquitectura del sistema para facilitar la implementación en la fase de construcción, se define también el plan de desarrollo, se establece la infraestructura y soporte del sistema [20].  
En la fase de elaboración, se construye un prototipo de arquitectura que se la realiza en una o más iteraciones, dependiendo del alcance, tamaño, riesgo y novedad del proyecto, esta fase se la debe abordar al menos en los casos de uso más críticos [21].
- Construcción, en esta fase los componentes y las características del producto se desarrollan, se integran y se prueban a fondo. A esta etapa se la puede considerar como el proceso de fabricación en donde se pone más énfasis en la optimización de los costos a través de la gestión de los recursos y el control; esto ayuda a cumplir los plazos y obtener una buena calidad en el proyecto, es aquí donde se planifica para una transición desde las fases de inicio, elaboración hasta el desarrollo del producto durante la construcción y la transición [21].
- Transición, en esta fase se pretende asegurar la disponibilidad del producto para la transición en varias iteraciones que incluye pruebas, preparación de la entrega, configuración, puesta en producción y liberación del producto [20].

### 2.3 Resultados

La presente investigación se centra en la gestión de procesos administrativos y académicos en el Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte, en base al análisis de matriculación y titulación, para ello se utiliza características del estándar SPICE (ISO/IEC 15504).

#### 2.3.1. BPMN

Del análisis realizado se ha caracterizado a los procesos, que consiste en identificar condiciones y/o elementos que forman parte de los mismos, por tanto se agrupó en dos macroprocesos, los mismos que a continuación se mencionan de manera gráfica:



**Figura. 3:** Mapa de procesos del Instituto de Posgrado de la UTN.

Fuente: Elaborado por investigadores, VERSIÓN: 1.0

Una vez recolectada y analizada la información del proceso de Titulación del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte en base al modelo BPM, conjuntamente con la colaboración y experiencia del personal docente y administrativo, se inicia una primera fase con la identificación de las actividades generales que se realizan dentro de este proceso, las mismas que se lo ha clasificado en cuatro subprocesos que son:

- a) Plan de proyecto de investigación
- b) Desarrollo del plan de proyecto de investigación
- c) Defensa de trabajo de grado
- d) Gestión administrativa de adquisición de especies

Hay que considerar en la ejecución del proceso de negocio trata con archivos digitales por lo que su posterior automatización se lo realizará con la integración de la herramienta BPMN-JS con Oracle Application Express (Oracle APEX), con la finalidad de que los usuarios tanto administrativos como académicos interactúen con los procesos a través de la herramienta BPMS diseñada, basados en su rol y en las actividades correspondientes a su área. La primera fase consistió en obtener un diagrama completo del proceso con sus respectivos roles y actividades concretas. Dentro de los roles se menciona:

- a) Estudiante
- b) Docente o Tutor
- c) Secretario abogado
- d) Secretaría del Instituto de Posgrado
- e) Director del Instituto de Posgrado
- f) Coordinación de Investigación
- g) Sub director del instituto de Posgrado.
- h) Consejo Directivo
- i) Miembros de Tribunal
- j) Bibliotecaria
- k) Dirección financiera.

Se procedió a identificar las actividades o tareas de cada rol a desempeñar dentro del proceso de titulación, en las siguientes tablas se observa las mismas (ver tablas 2a 12).

Las funciones realizadas por el estudiante en éste proceso son:

**Tabla 2.** Actividades de los Estudiantes.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Estudiante	Solicitud de tutoría Solicitud de aprobación de tema de Investigación. Corrección en observaciones en tema de investigación Registro de cronograma de actividades Solicitud de defensa privada dirigida al Director del Instituto de Posgrado. Sustenta trabajo de investigación de manera oral. En caso de existir realiza correcciones sugeridas por los miembros del tribunal del trabajo de investigación. Realiza solicitud de fecha y hora para defensa pública del trabajo de investigación. Entrega en biblioteca, empastado firmado por los miembros del tribunal y CD del trabajo de investigación. Realiza solicitud de certificación de biblioteca. Realiza depósito bancario por derechos de grado. Llena datos del Título y hace firmar a secretario abogado y Director del Instituto.

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por el docente tutor:

**Tabla 3.** Actividades del Docente tutor.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Docente	Aprueba solicitud de tutoría
Tutor	En caso de existir, realiza solicitud de complejidad de tema de investigación. Aboca conocimiento de plan de investigación aprobado. Aprueba registro de cronograma de actividades

---

Informa sobre incumplimiento de actividades en caso de existir.  
Presenta informe final de trabajo de investigación.

---

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por el secretario abogado en éste proceso son:

**Tabla 4.** Actividades del secretario abogado

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Secretario Abogado	En caso de existir observaciones en el plan de investigación, informa al Estudiante para su respectiva corrección. Elabora documento de resolución de aceptación del plan de investigación. Envía una copia de documento de aceptación del plan de investigación a Coordinación de Investigación. Comunica a estudiante y Docente Tutor el documento de resolución del Consejo Directivo y entrega anillados Instala el grado en la fecha y hora señalada por el Consejo Directivo. En caso de no alcanzar la mínima nota el estudiante, el secretario informa al Director del Instituto de Posgrado y al Consejo Directivo. Recepta calificaciones de los miembros del tribunal y realiza los cálculos para nota final. Realiza acta de grado y toma de promesa de ley al estudiante graduado. Recibe certificado firmado por biblioteca y elabora memorando a la dirección Financiera. Recibe solicitud de dos actas de grado por parte del estudiante. Entrega copia a color del Título de grado a Secretaría general.

---

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por la secretaría del Instituto de posgrado:

**Tabla 5.** Actividades de la secretaría del Instituto de posgrado.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Secretaría Del Instituto De Posgrado	Recepción de solicitud del estudiante sobre tutoría y aceptación de plan de investigación. Realiza oficio para sumilla del Director de Posgrado y luego envía al Consejo Directivo. Secretaría recepta documentación : Informe tutor con nota, 3 anillados, factura de pago tutoría, certificado de idoneidad académica y financiera Realiza oficio entrega de documentación a Director de Instituto de Posgrado e ingreso al control de comunicaciones Realiza solicitud de certificado de inicio y finalización de carrera

---

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por el Director del Instituto de posgrado:

**Tabla 6.** Actividades del Director del Instituto de posgrado.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Director	Avoca conocimiento de la solicitud del estudiante sobre el proyecto de investigación y tutoría Sumilla Oficio para el Consejo Directivo sobre defensa privada del estudiante. Avoca conocimiento de nota de defensa privada del estudiante. Sumilla Oficio para el Consejo Directivo sobre defensa pública del estudiante.

---

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por Coordinación de Investigación:

**Tabla 7.** Actividades de Coordinación de Investigación.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Coordinación De Investigación	Almacenamiento en Base de Datos el plan de investigación: Fecha, número de resolución, nombre de tutor, tema de plan de investigación.

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por el Sub Director del Instituto de posgrado:

**Tabla 8.** Actividades del Sub Director del Instituto de posgrado.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Sub Director	En caso de incumplimiento, registra acciones a tomar: Insubsistencia, Re planificación, cambio de tutor. Informa, en caso de existir insubsistencia en el proyecto de investigación.

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por el Consejo Directivo:

**Tabla 9.** Actividades del Consejo Directivo.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Consejo Directivo	Avoca conocimiento y designa tribunal, fecha y hora para la defensa privada del estudiante. En caso de que el estudiante no alcanza la nota mínima, otorga 3 meses para nueva defensa Avoca conocimiento y señala fecha y hora para defensa pública

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por los miembros del tribunal:

**Tabla 10.** Actividades de los miembros del tribunal.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Miembros del Tribunal	Realizar preguntas y recomendaciones al estudiante sobre el trabajo de investigación en defensa pública y privada. Registran calificaciones en el formato establecido en defensa pública y privada. En caso de existir cambios en el trabajo de investigación, avocan conocimiento y emiten certificado firmado de satisfacción de cambios realizados

Fuente: Elaborado por investigadores

Las funciones realizadas por la Dirección de Biblioteca:

**Tabla 11.** Actividades de la Dirección de Biblioteca.

<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Dirección de biblioteca	Avoca conocimiento sobre solicitud de estudiante y realiza entrega al secretario abogado de certificado firmado.

Fuente: Elaborado por investigadores

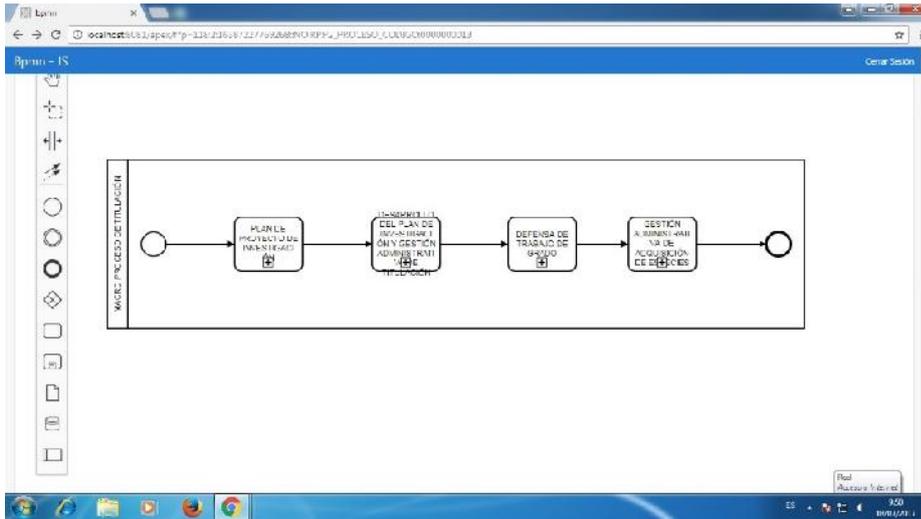
Las funciones realizadas por la Dirección financiera:

**Tabla 12.** Actividades de la Dirección financiera.

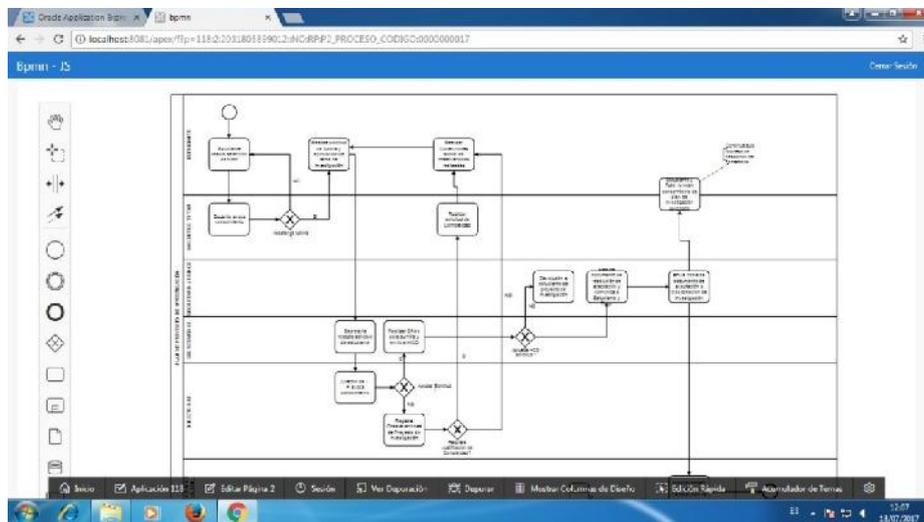
<b>Rol</b>	<b>Actividades desempeñadas</b>
Dirección financiera	Recibe memorando del secretario abogado y realiza la orden de cobro para la adquisición del título

Fuente: Elaborado por investigadores

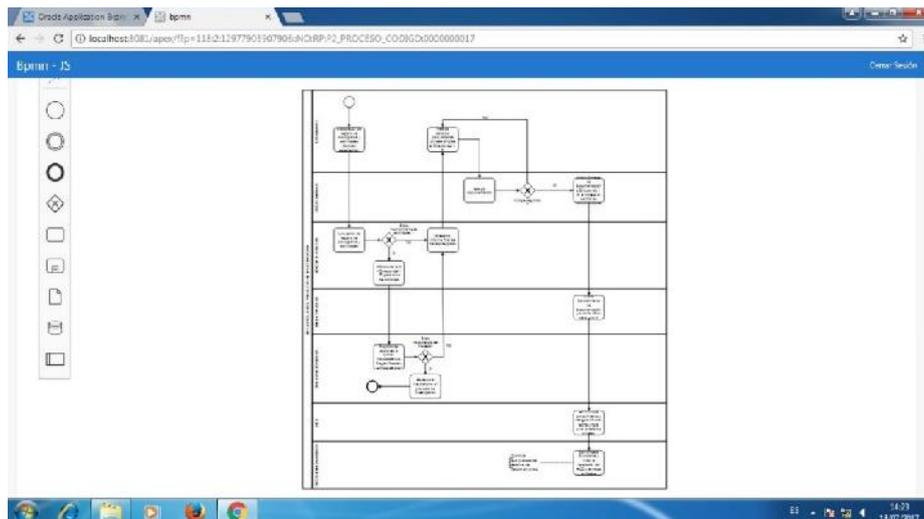
El proceso completo modelado en un diagrama BPM se observa en las siguientes figuras, el mismo que ayudará a un mejor control de la documentación que se maneja en el proceso de titulación.



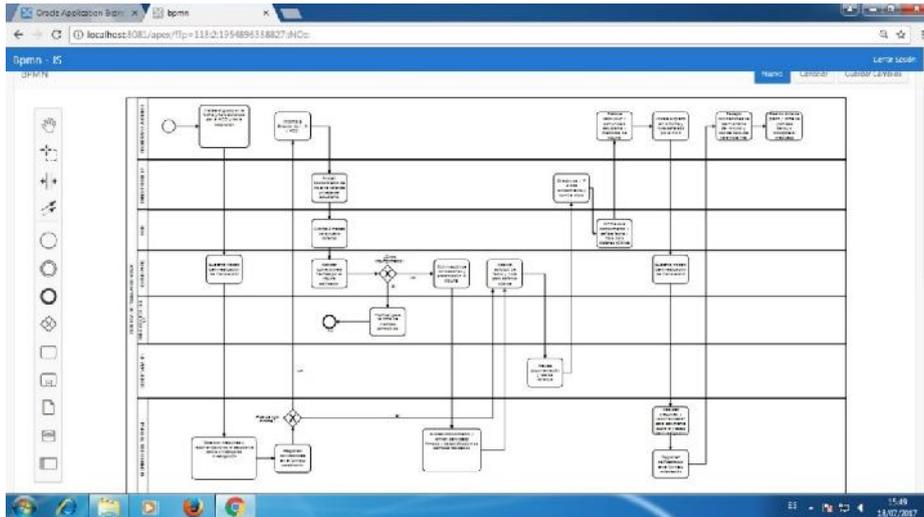
**Figura 4.** Macro proceso de titulación, **Elaborado por:** Investigadores



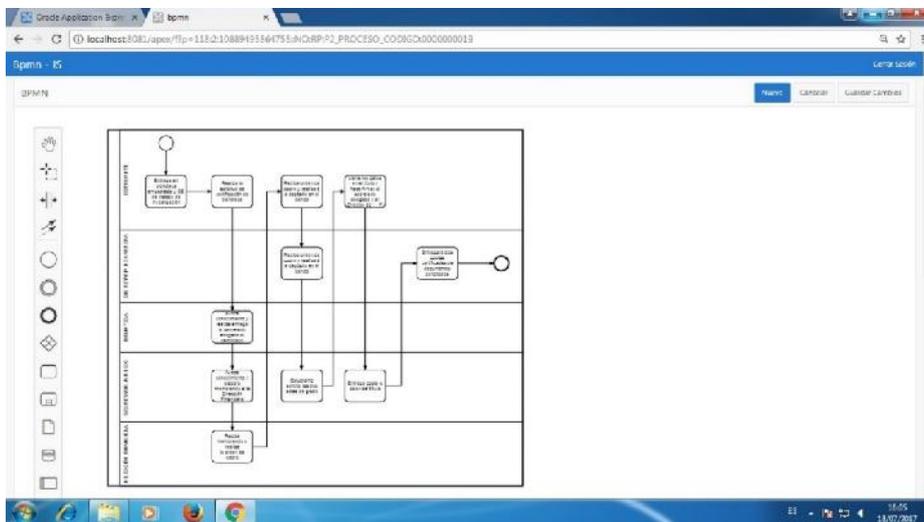
**Figura. 5.** Sub proceso proyecto de investigación, **Elaborado por:** Investigadores



**Figura.6.** Sub proceso desarrollo del plan de investigación y gestión administrativa de titulación, **Elaborado por:** Investigadores



**Figura.7.** Sub proceso defensa de trabajo de grado, **Elaborado por:** Investigadores



**Figura.7.** Sub proceso gestión administrativa de adquisición de especies, **Elaborado por:** Investigadores

### 2.3.2. Arquitectura del sistema

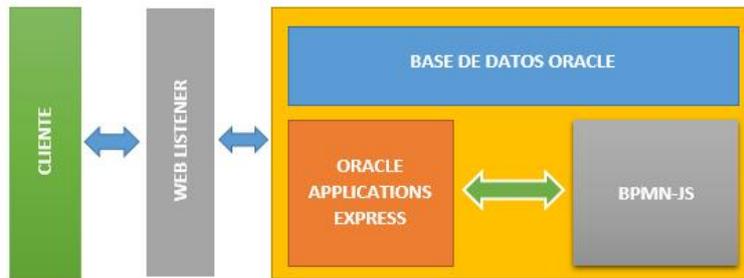
Se muestra la arquitectura básica de desarrollo del sistema.

Apex es un componente de Oracle que tiene las siguientes características:

- Se encuentra instalado dentro de la base de datos
- El motor se define como meta data y la conexión lo realiza a través de un listener.

BPMN-JS se basa en dos librerías:

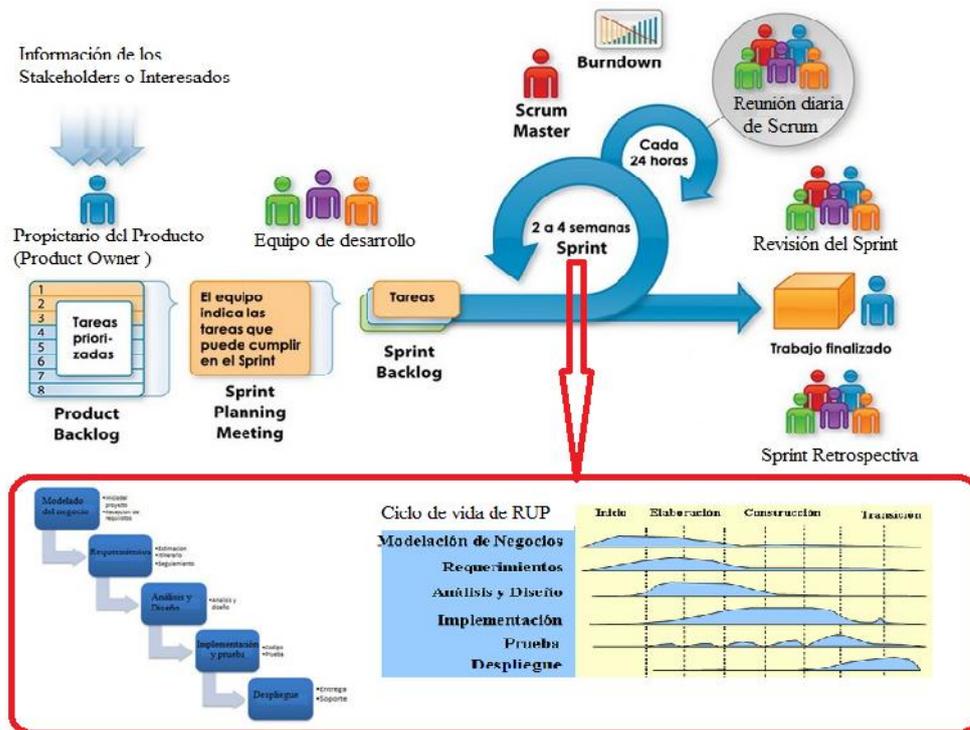
- Diagrama–js para dibujar formas y conexiones, proporciona formas de interactuar con elementos gráficos, ayuda a crear potentes vistas BPMN.
- Bpmn-moddle, permite leer y escribir documentos XML compatibles con el esquema BPMN 2.0 y acceder a la información relacionada con BPMN detrás de las formas y conexiones dibujadas en el diagrama.



**Figura. 8:** Arquitectura del Sistema  
Fuente: Elaborado por investigadores

### 2.3.3. Metodología Aplicada

SCRUM se encuentra basado en el modelo de metodologías ágiles incremental basado en iteraciones y revisiones continuas, por lo que se adapta a cualquier método de gestión de proyecto; el objetivo principal es minimizar los riesgos durante la elaboración de un proyecto de manera colaborativa que permita maximizar la productividad del equipo de desarrollo y delegando responsabilidades. Esta característica hace que durante la ejecución del proyecto pueda complementarse con otras herramientas metodológicas como RUP aplicados en cada sprint, gráficamente se puede representar como se indica en la Figura 9.



**Figura 9.** SCRUM aplicado al módulo de gestión de procesos en cada Sprint.  
Fuente: [22]

En la Figura 32, se puede identificar los siguientes pasos:

1. Muestra la planificación de un sprint inicial (Sprint 0) que sirve de base para los demás Sprints.
2. Requerimientos o necesidades de las partes interesadas también denominado Stakeholders.
3. Los requerimientos se transforman en la lista de historias de usuario denominadas Product Backlog o pila del producto.
4. El dueño del producto informa el product backlog al Scrum Master y al equipo de desarrollo quienes realizan reuniones de planificación para determinar los Sprints.
5. Cada Iteración tiene una duración de 2 a 4 semanas y son monitoreados a través del BurnDown Chart o gráfica de trabajos pendientes.
6. En el desarrollo de cada iteración se hace uso de la metodología RUP con sus respectivos artefactos según la necesidad de cada sprint.

7. En la revisión del sprint se procede a verificar el funcionamiento e incremento del producto y que tiene una duración no máxima de 4 horas.
8. En la retrospectiva del sprint se realiza el análisis por parte del equipo de desarrollo en la forma de cómo ha sido la manera de trabajar en cada iteración.

#### 2.3.4. Aplicación BPM.

##### Inicio de sesión.

En esta sección muestra el inicio de sesión donde el sistema solicita que se ingrese la Cuenta con la que se va a iniciar sesión, el Rol se carga de acuerdo a la asignación que el administrador del BPM lo ha realizado para esa cuenta y una contraseña, es necesario aclarar que el diagrama de proceso se carga de acuerdo al rol que se le asignado a la cuenta.

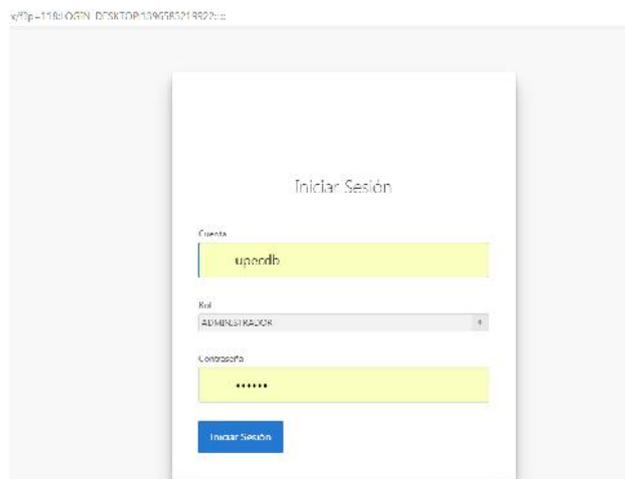


Figura. 10: Pantalla de Ingreso al sistema

##### Manejo inicial del proyecto

Se carga los procesos establecidos a un rol asignado a determinada cuenta, estos se encuentran organizados en una matriz donde el usuario puede seleccionar el proceso de acuerdo a la necesidad, cada procesos se encuentra con su respectivo título, dibujo del proceso y enlace al diagrama de flujo del proceso.

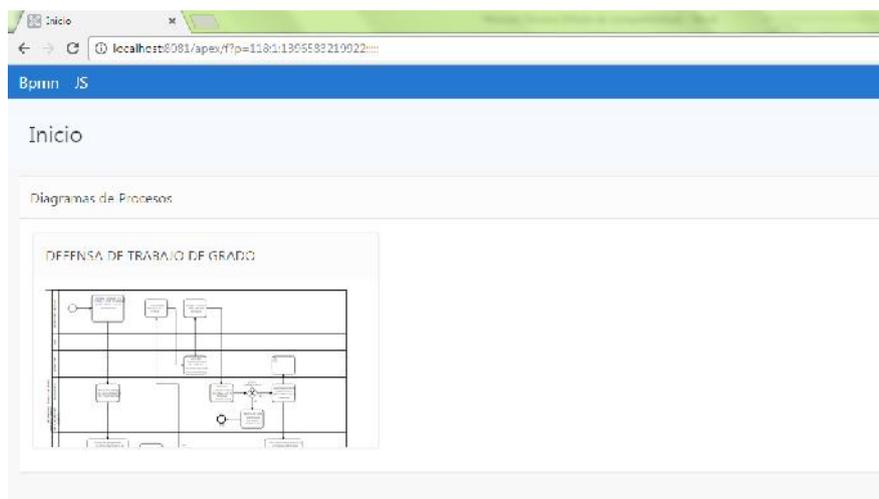
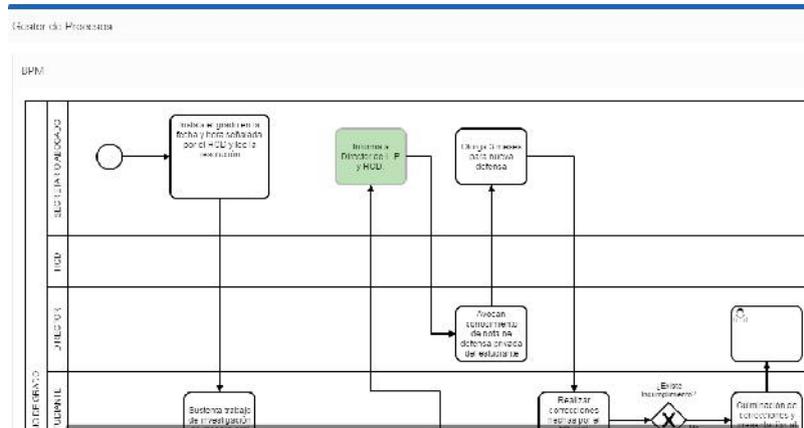


Figura. 11: Pantalla de Modelamiento de proceso

##### Proceso

En esta se muestra el proceso seleccionado por el usuario, es la pantalla principal donde se carga el diagrama de flujo para que el usuario permita interactuar con la sistematización de las actividades, cada actividad puede

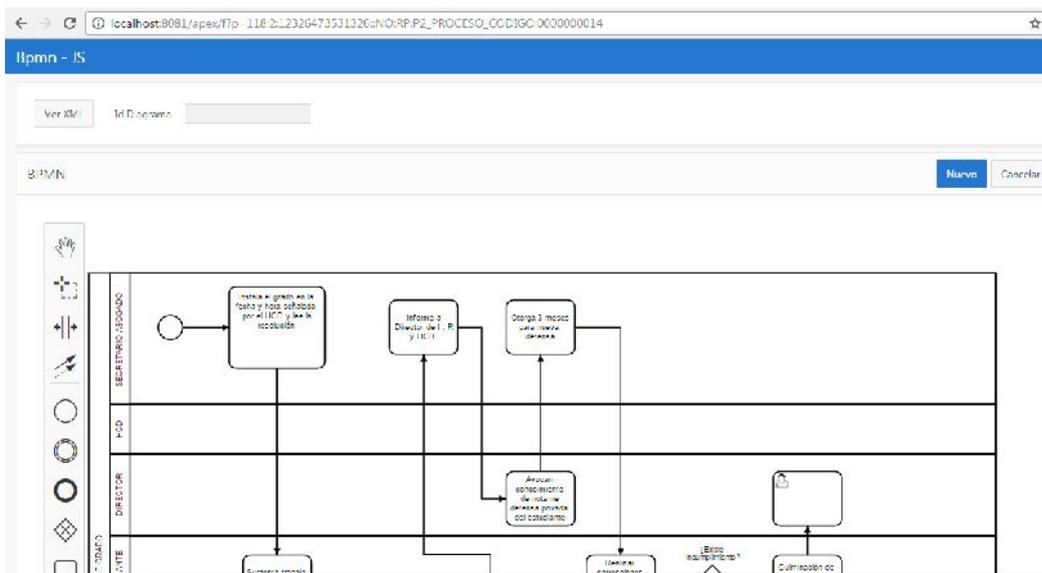
presentar un enlace a un formulario, manual o reporte según se lo haya programado, también es necesario señalar que las actividades se encuentran con un color para mostrar al usuario que esa actividad esta enlazada a un recurso.



**Figura. 12:** Pantalla de Interacción entre la actividad y formulario del sistema general.

### BPMN.

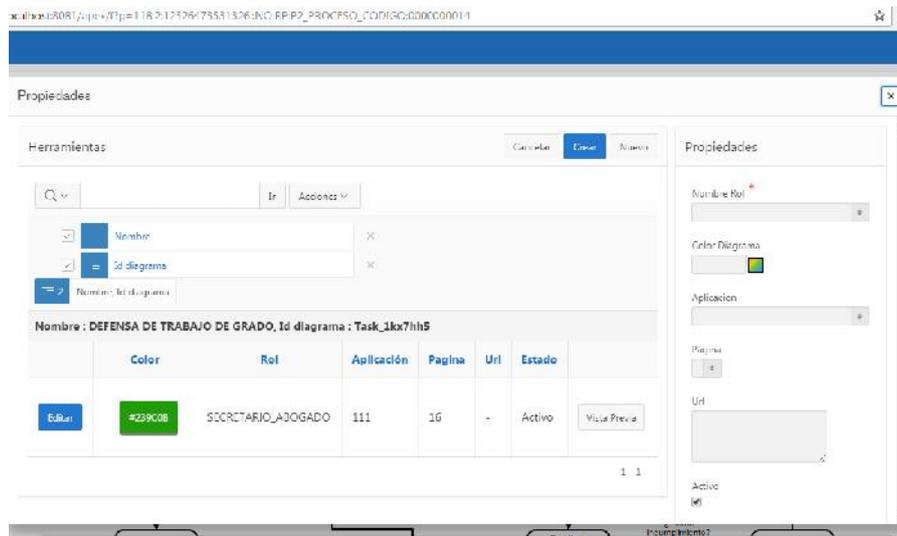
Se carga la suite para la construcción del diagrama de proceso, donde se puede asignar a una actividad un enlace que le puede llevar a un formulario o cualquier recurso.



**Figura. 13:** Pantalla de Modelamiento de proceso e interacción con el sistema general.

### Propiedades de la actividad

Permite administrar las propiedades de una actividad, tales como color, rol, enlace o aplicación.



**Figura. 14:** Pantalla de propiedades de proceso

### 3. Análisis de impactos

Se realiza el análisis de los resultados alcanzados al aplicar el módulo de gestión de procesos para el Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte en la gestión administrativa y académica.

Para la evaluación de los resultados del proyecto se hace uso del método Delphi basado en el criterio de expertos, éste método es útil cuando no existen datos históricos [23].

Esta metodología consta de cuatro etapas, que se aplican a continuación:

#### 3.1. Definición del objetivo de medición

Determinar el nivel de funcionalidad y usabilidad de la aplicación del módulo de gestión de procesos del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte.

#### 3.2. Selección de expertos

Utilizando los pasos que aplica el método para la selección de expertos en base a la dimensión cuantitativa se realiza el cálculo de los coeficientes que intervienen en la metodología.

##### 3.2.1. Coeficiente de conocimiento (Kc)

En base a una pregunta de autoevaluación sobre el grado de conocimiento (n) se aplica la fórmula establecida en la metodología  $Kc = n * 0.1$ , se obtiene los puntajes que se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13.** Evaluación de coeficiente de conocimiento

Código	Listado de Expertos Nombres	Grado de conocimiento o información en la materia (n)										Kc
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
E1	Msc. Jorge Caraguay									X		0.9
E2	Ing. Roberto López									X		0.9
E3	Msc. Tuli García								X			0.8

Fuente: Elaborado por investigadores.

##### 3.2.2. Coeficiente de Argumentación (Ka)

Se establece una segunda pregunta que permite evaluar un grupo de aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del objetivo de medición y que se contratan con la tabla 14 que es el patrón establecido por la metodología.

**Tabla 141.** *Matriz patrón para el coeficiente de argumentación*

Fuentes de argumentación o fundamentación	VALORACIÓN		
	Alto (A)	Medio (M)	Bajo (B)
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Su intuición	0.05	0.05	0.05

Fuente: Mendoza Fernández, 2012.

En base a las fuentes de argumentación establecida en el patrón se obtiene los resultados que se indica en la tabla 15.

**Tabla 15.** *Resultado del coeficiente de argumentación.*

Fuentes de argumentación o fundamentación	E1			E2			E3			TOTALES		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B	E1	E2	E3
Análisis teóricos realizados por usted	x			x			x			0.3	0.3	0.3
Su experiencia obtenida	x			x				x		0.5	0.5	0.4
Trabajos de autores nacionales	x				x			x		0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	x			x				x		0.05	0.05	0.05
Su conocimiento del estado del problema en el extranjero		x			x			x		0.05	0.05	0.05
Su intuición	x				x			x		0.05	0.05	0.05
<b>Coeficiente de argumentación</b>										<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>

Fuente: Elaborado por investigadores.

### 3.2.3. Coeficiente de competencia (K)

Una vez obtenido los valores de  $K_c$  y  $K_a$  se procede a obtener el valor de competencia en la cual se aplica la formula  $K=0.5(K_c + K_a)$  establecido en la metodología, que permite determinar al experto que se toma en consideración para trabajar en el proyecto, el mismo que se indica en la tabla 16.

**Tabla 2.** *Matriz de coeficiente de competencia.*

Expertos	$K_c$	$K_a$	$K$
<b>E1</b>	0.9	1	0.95
<b>E2</b>	0.9	1	0.95
<b>E3</b>	0.8	0.9	0.85

Fuente: Elaborado por investigadores

Ubicando los resultados obtenidos dentro del rango que estipula la metodología que se muestra en la tabla 17, se concluye que los expertos seleccionados disponen de un coeficiente alto en el tema.

**Tabla 17.** *Rango establecido en la metodología.*

- $0,8 < K < 1,0$  Coeficiente de Competencia Alto
- $0,5 < K < 0,8$  Coeficiente de Competencia Medio
- $K < 0,5$  Coeficiente de Competencia Bajo

Fuente: Mendoza Fernández, 2012

### 3.3. Dimensiones e Indicadores.

Para la realización de los indicadores y dimensiones se utiliza el modelo de calidad detallado en la norma ISO/IEC 9126-2 ingeniería de software –producto calidad – Parte 2: Métricas externas, relacionados a la usabilidad y funcionalidad, mismos que se detalla en la tabla 18, que fueron especificados como requerimientos no funcionales de éste proyecto.

**Tabla 18.** *Matriz de evaluación de métricas.*

CARACTERÍSTICAS			MÉTRICAS			
Características	Sub características	Valor	Nro	Métricas	Pregunta de la métrica	Peso
Funcionalidad	Adecuación	0.25	1	Integración funcional de la aplicación	¿Tiene el conjunto de funciones apropiadas para las tareas especificadas?	Alto
			2	Aplicación funcional de cobertura	¿Abarca las funciones establecidas en las condiciones de inicio?	Alto
Usabilidad	Aprendizaje	0.25	3	Facilidad de aprender las funciones	¿El tiempo empleado por el usuario para comprender a utilizar las funciones es el adecuado?	Alto
			4	Facilidad de aprender a realizar una tarea	¿El usuario puede fácilmente realizar una tarea?	Alto
	Entendimiento	0.25	5	Complejidad de la descripción	¿Qué porcentaje de la descripción de las funciones del producto son entendibles para el usuario?	Medio
			6	Funciones evidentes	¿Qué porcentaje de funciones pueden ser identificadas por el usuario en base a las condiciones de inicio?	Medio
			7	Entendimiento de las funciones	¿Qué porcentaje de las funciones del producto el usuario podrá entender de forma correcta?	Medio
	Operabilidad	0.25	8	Disponibilidad de valores por omisión mientras se usa el sistema	¿El usuario puede seleccionar de manera fácil los valores de parámetros para su operación?	Medio
			9	Habilidad de deshacer (corrección de errores de usuario)	¿El usuario puede fácilmente deshacer los cambios al cometer un error?	Medio
			10	Comprensión de mensajes en uso	¿El usuario puede comprender fácilmente los mensajes emitidos por el sistema?	Alto
<b>TOTAL:</b>			<b>1</b>			

Fuente: ISO/IEC TR 9126-2, 2002.

### 3.4. Cálculo de resultados.

Para el proceso de medición de resultados del módulo de gestión de procesos del Instituto de Posgrado se hace uso de las tablas definidas en la normativa ISO/IEC 9126-2 ingeniería de software –producto calidad – Parte 2: Métricas externas (ver tablas desde la 19 a la 22).

**Tabla 19. Métrica de adecuación.**

Subcaracterística	Métricas	Fórmula	Valor deseado	Valor obtenido	Media del Valor obtenido	Recursos Utilizados
<b>Adecuación</b>	Integración funcional de la aplicación	X=1-A/B	0<=X<=1	A=0, B=16 E1=1	X=1	Documento de historia de usuarios
		A=Número de funciones faltantes detectadas en la evaluación B=Número de funciones descritas en los requerimientos de especificación	Cuanto más se acerque a 1.0 es lo mejor	A=0, B=16 E2=1 A=0, B=16 E3=1		
	Aplicación funcional de cobertura	X=1-A/B	0<=X<=1	A=0, B=16 E1=1	X=1	Documento de historia de usuarios
		A= Número de funciones implementadas incorrectamente o faltantes detectadas en la evaluación B=Número de funciones descritas en los requerimientos de especificación	Cuanto más se acerque a 1.0 es lo mejor	A=0, B=16 E2=1 A=0, B=16 E3=1		

Fuente: Elaborado por investigadores.

**Tabla 20. Métrica de aprendizaje.**

Subcaracterística	Métricas	Fórmula	Valor deseado	Valor obtenido	Media del Valor obtenido	Recursos Utilizados
<b>Aprendizaje</b>	Facilidad de aprender las funciones	T= Tiempo medio empleado en aprender a usar una función correctamente	0<T	E1=15 min E2=15 min E3=25 min	X=18.33 min	Pruebas con el Usuario usando la función de asignación de procesos
			El valor más pequeño es el mejor	E1=20 min	X=20.33 min	Pruebas con el Usuario

Facilidad de aprender a realizar una tarea	T= Sumar el tiempo de operación hasta que el usuario consiga realizar una tarea específica dentro de un corto tiempo	$0 < T$ El valor más pequeño es el mejor	E2=22 min E3=19 min
--	--	---	------------------------

Fuente: Elaborado por investigadores.

**Tabla 21.** Métrica de entendimiento.

Subcaracterística	Métricas	Fórmula	Valor deseado	Valor obtenido	Media del Valor obtenido	Recursos Utilizados
<b>Entendimiento</b>	Complejidad de la descripción	X=A/B	$0 \leq X \leq 1$ El valor más cercano a 1.0 es el mejor	A=15, E1=0.94	X=0.92	Se realiza pruebas con el usuario y se recopila la información necesaria
		A = Número de funciones entendidas		A=15, E2=0.94		
		B = Número total de funciones		A=14, E3=0.88		
Funciones evidentes		X=A/B	$0 \leq X \leq 1$ El valor más cercano a 1.0 es el mejor	A=16, E1=1	X=0.98	Se realiza pruebas con el usuario y se recopila la información necesaria
		A= Número de funciones identificadas por el usuario		A=16, E2=1		
		B= Número total de funciones existentes		A=15, E3=0.94		
Entendimiento de las funciones		X=A/B	$0 \leq X \leq 1$ El valor más	A=15, E1=0.94 B=16	X=0.92	

	A= Número de funciones de interfaces cuyos propósitos son correctamente descritos por el usuario	cercano a 1.0 es el mejor	A=14, B=16	E2=0.88		Se realiza pruebas con el usuario y se recopila la información necesaria
	B= Número de funciones disponibles desde la interfaz		A=15, B=16	E3=0.94		

Fuente: Elaborado por investigadores.

**Tabla 22** Métrica de operabilidad.

Subcaracterística	Métricas	Fórmula	Valor deseado	Valor obtenido	Media del Valor obtenido	Recursos Utilizados	
<b>Operabilidad</b>	Disponibilidad de valores por omisión mientras se usa el sistema	$X=1- A/B$	$0 \leq X \leq 1$ El valor más cercano a 1.0 es el mejor	A=0, B=16	E1=1	X=1	Se realiza pruebas con el usuario y se recopila la información necesaria
		A= El número de veces que el usuario no logra establecer o seleccionar valores de parámetros en un corto periodo (porque el usuario no puede usar valores por omisión provistos por el software)		A=0, B=16	E2=1		
		B= Número total de veces que el usuario intenta establecer o seleccionar valores de parámetros		A=0, B=16	E3=1		
	Habilidad de deshacer (corrección de errores de usuario)	$X=A/B$	$0 \leq X \leq 1$ El valor más cercano a 1.0 es el mejor	A=4, B=6 A=5, B=6	E1=0.67 E2=0.83	X=0.72	Se realiza pruebas con el usuario y se recopila la información necesaria

	B= Número de intentos para corregir errores de ingreso		A=4, B=6	E3=0.67		
Comprensión de mensajes en uso	X=A/B	$0 \leq X \leq 1$	A=15, B=16	E1=0.94	X=0.92	Se realiza pruebas con el usuario y se recopila la información necesaria
	A= Número de mensajes comprendidos por el usuario	El valor más cercano a 1.0 es el mejor	A=14, B=16	E2=0.88		
	B= Número total de mensajes de muestra		A=15, B=16	E3=0.94		

Fuente: Elaborado por investigadores.

En la tabla 23 se muestra el rango de valores que permite evaluar el proyecto de investigación.

**Tabla 23.** *Rango de aceptación de resultados*

Rango de valores	Nivel Obtenido
$0.0 < x \leq 0.3$	Bajo
$0.3 < x \leq 0.7$	Medio
$0.7 < x \leq 1.0$	Alto

Fuente: Elaborado por investigadores.

En la tabla 24 se muestra los datos obtenidos durante el proceso de evaluación y la calidad del producto.

**Tabla 24.** *Tabla de resultados de la calidad externa del módulo de gestión de procesos del I.P.*

CARACTERÍSTICAS			MÉTRICAS				Interpretación de resultados	
Características	Sub características	Nro	Métricas	Valor deseado	Valor obtenido	Nivel alcanzado		
<b>Funcionalidad</b>	Adecuación	1	Integración funcional de la aplicación	1	1	Alto	De acuerdo a los valores obtenidos se determina que el módulo de gestión de procesos del I.P. posee las funciones adecuadas para la realización de las tareas del usuario	
		2	Aplicación funcional de cobertura	1	1	Alto		
<b>Usabilidad</b>	Aprendizaje	3	Facilidad de aprender las funciones	El valor más pequeño es el mejor	18.33 min	Alto	El módulo de gestión de procesos del I.P. tiene la capacidad de permitir a los usuarios aprender fácilmente sus funciones.	
		4	Facilidad de aprender a realizar una tarea	El valor más pequeño es el mejor	20.33 min	Alto		
		Entendimiento	5	Complejidad de la descripción	1	0.92		Alto
			6	Funciones evidentes	1	0.98		Alto
	7	Entendimiento de las funciones	1	0.92	Alto			

Operabilidad	8	Disponibilidad de valores por omisión mientras se usa el sistema	1	1	Alto	El módulo de gestión del I.P. cumple con la operabilidad necesaria para el usuario.
	9	Habilidad de deshacer (corrección de errores de usuario)	1	0.72	Alto	
	10	Comprensión de mensajes en uso	1	0.92	Alto	

Fuente: Elaborado por investigadores.

### 3.5. Conclusiones de la Validación.

En la tabla 25 se observa un resumen de los valores esperados y alcanzados del proceso de evaluación, por lo que el puntaje final que alcanzó el módulo de gestión de procesos del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte es de  $x = 0.92$ , valor que se encuentra dentro del rango  $0.7 < x \leq 1.0$  y que cumple de forma satisfactoria los atributos de calidad del software de funcionalidad y usabilidad.

**Tabla 25.** Resumen de valores esperados y alcanzados

Características	Sub características	Valor esperado	Valor Alcanzado
<b>Funcionalidad</b>	Adecuación	0.25	0.25
	<b>Usabilidad</b>		
	Aprendizaje	0.25	0.21
	Entendimiento	0.25	0.24
	Operabilidad	0.25	0.22
<b>TOTAL</b>		<b>1</b>	<b>0.92</b>

Fuente: Elaborado por investigadores.

### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con el apoyo del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra país Ecuador y forma parte de la Tesis de Posgrado "BPM para la gestión de procesos del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte".

## Referencias

- [1] J. Rada, «20 minutos,» 17 05 2016. [En línea]. Available: <http://www.20minutos.es/noticia/2748612/0/nuevas-tecnologias-universidad-futuro/>.
- [2] K. GARIMELLA y M. LEES, BPM (GERENCIA DE PROCESOS DE NEGOCIO), Indianápolis: Wiley Publishing, 2010.
- [3] A. Martínez y J. G. Cegarra Navarro, Gestión por procesos de negocio, Madrid - España: Ecobook, 2014.
- [4] Oracle, «Oracle Application Express,» 2015. [En línea]. Available: <https://apex.oracle.com/es/>.
- [5] A. Flores, J. M. Lavin, X. Calle y E. Álvarez, «Buscando la excelencia educativa: Gestión de procesos académicos,» *Universidad de Cuenca*, p. 11, 2014.
- [6] X. Calle, F. Mayorga, A. Flores y J. M. Lavín, «Aplicación de la metodología BPM: RAD en una institución de educación superior,» *Universidad Técnica de Ambato*, p. 12, 2014.
- [7] G. Ramos Serpa, «Los fundamentos filosóficos de la educación,» *Iberoamericana de Educación*, p. 8, 2013.
- [8] S. Martínez Figueredo y M. B. Infante Abreu, «La modelación en el dominio de la Gestión de Procesos de Negocio,» 22 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.cyta.com.ar/ta1401/v14n1a1.htm#ficha>.
- [9] IBM, «Introducción a Business Process Management (BPM),» 29 Abril 2011. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/websphere/introduccion-bpm/>.
- [10] Ticout, «Ticout,» 25 03 2017. [En línea]. Available: <http://www.ticout.com/bpm.html>.
- [11] B. Hitpass, Business Process Management (BPM) Fundamentos y Conceptos de Implementación, Santiago de Chile: Ispana Internacional, 2012.

- [12] Gestión Calidad, «Gestión de procesos - Calidad,» 03 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <http://gestion-calidad.com/gestion-procesos>.
- [13] EcuRed, «BPMS ( Business Process Management System ),» *EcuRed*, p. 10, 2017.
- [14] A. Rodríguez, P. Bazán y J. Díaz, «Características funcionales avanzadas de los BPMS,» 22 Abril 2012. [En línea]. Available: [http://www.linti.unlp.edu.ar/uploads/docs/caracteristicas\\_funcionales\\_avanzadas\\_de\\_los\\_bpms\\_\\_ analisis\\_comparativo\\_de\\_herramientas\\_.pdf](http://www.linti.unlp.edu.ar/uploads/docs/caracteristicas_funcionales_avanzadas_de_los_bpms__ analisis_comparativo_de_herramientas_.pdf).
- [15] F. Díaz, «Tipos de estándares de Business Process Management,» 28 Febrero 2011. [En línea]. Available: <http://www.bpm-spain.com/articulo/70130/bpm-general/todos/blog-resalta-los-tipos-de-estandares-de-business-process-management>.
- [16] BonitaSoft, «BonitaSoft Corporate and Product Overview,» Abril 2012. [En línea]. Available: <http://documentation.bonitasoft.com/>.
- [17] BIZAGI, «Biblioteca BPM,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.bizagi.com/es/recursos/liderazgo-de-pensamiento>.
- [18] Camunda BPM , «bpmn-js,» 2017. [En línea]. Available: <https://bpmn.io/toolkit/bpmn-js/walkthrough/>.
- [19] Blog Espol, «Blog.espol,» 5 02 2017. [En línea]. Available: <http://blog.espol.edu.ec/elpoli/scrum-metodologia-de-desarrollo-de-software-agil/>.
- [20] D. Díaz Polo, DEFINICIÓN DE UN PROCESO DE DESARROLLO DE SOFTWARE EN UN ENTORNO UNIVERSITARIO, La Habana: Creative Commons de tipo Reconocimiento, Sin Obra Derivada., 2011.
- [21] Rational the software development company, Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams, 2011.
- [22] K. Toapanta Chancusi, M. Vergara Ordoñez y M. Campaña Ortega, «Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE,» Noviembre 2012. [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5899>.

- [23] J. Cabero Almenara y A. Infante Moro, «Empleo del método delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación,» *EDUTEC. Revista electrónica de tecnología educativa*, p. 16, 2014.
- [24] J. A. Maldonado, «Eumed.net Enciclopedia Virtual,» 14 02 2016. [En línea]. Available: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/indice.htm>.
- [25] K. Toapanta, M. Vergara y M. Campaña, «Método ágil Scrum, aplicado a la implantación de un Sistema Informático para el proceso de recolección masiva de Información,» *ESPE*, p. 12, 2012.
- [26] A. Navarro, J. D. Fernández Martínez y J. Morales Vélez, «Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software,» *Dialnet*, p. 10, 2013.
- [27] P. L. Torres, «Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software,» *JISBD*, p. 59, 2008.
- [28] F. Díaz, «Gestión de procesos de negocio BPM, TICs y crecimiento empresarial,» *Dialnet*, p. 26, 2008.
- [29] J. F. Hiebaum, «Programación Extrema XP,» *Universidad Unión Bolivariana*, p. 7, 2015.
- [30] Oracle, «Oracle Application Express,» [En línea]. Available: <http://apex.sipr.ucl.ac.be:7777/pls/apex/f?p=4600:28:464201606776801::NO:::> [Último acceso: 25 febrero 2017].