

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

### **PROPUESTA DE INFORMATIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE AUSPICIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE UN ENFOQUE BPM**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN**

**HERRERA LEÓN ERNESTO XAVIER**

**ernesto.herrera@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: Ph.D. MARCO SANTÓRUM**

**marco.santorum@epn.edu.ec**

**Quito, Julio de 2017**

## **DECLARACIÓN**

Yo Ernesto Xavier Herrera León, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Herrera León Ernesto Xavier**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ernesto Xavier Herrera León bajo mi supervisión.

---

**Ph.D. Marco Santórum**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DECLARACIÓN</b>	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VIII</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMÁTICA	2
1.2 OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3 ALCANCE	6
1.4 BASE CONCEPTUAL	6
ENFOQUE BASADO EN PROCESOS	6
MEJORA DE PROCESOS	12
INFORMATIZACIÓN DE PROCESOS	16
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA</b>	<b>23</b>
2.1 GESTIÓN DEL PROCESO: METODOLOGÍA ISEA	23
CARACTERÍSTICAS DE LA METODOLOGÍA ISEA	24
FASES DE LA METODOLOGÍA ISEA	25
2.2 INFORMATIZACIÓN DEL PROCESO: ENFOQUE IBM-BPM	45
CICLO DE VIDA IBM BPM	45
DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROCESO SEGÚN IBM BPM	47
<b>CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN</b>	<b>70</b>
3.1 PRUEBAS Y EVALUACIÓN	70
PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD	72
PRUEBAS DE USABILIDAD	77
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>90</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>93</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>96</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MAPA DE PROCESOS INTERNOS DE LA FIS (ADAPTADO DE [1]) .....	3
FIGURA 2 ELEMENTOS DE UN PROCESO SEGÚN [8] .....	7
FIGURA 3 CICLO DE VIDA BPM. ADAPTADO DE [12] .....	9
FIGURA 4 EJEMPLO DE UN MODELO DE DIAGRAMA DE AFINIDADES.....	14
FIGURA 5 EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE RELACIONES .....	15
FIGURA 6 COMPONENTES DE IBM BPM ADVANCED.....	18
FIGURA 7 CICLO DE VIDA DEL ENFOQUE ISEA [35].....	24
FIGURA 8 CARTOGRAFÍA DE ROLES DEL PROCESO .....	27
FIGURA 9 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO .....	28
FIGURA 10 DIAGRAMA ISEA DEL PROCESO.....	34
FIGURA 11 DIAGRAMA DE RELACIONES DE LAS ACCIONES DE MEJORA IDENTIFICADAS .....	39
FIGURA 12 DIAGRAMA ISEA OPTIMIZADO DEL PROCESO.....	44
FIGURA 13 CICLO DE VIDA IBM BPM. ADAPTADO DE [26] .....	45
FIGURA 14 FASES PARA EL DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROCESO .....	47
FIGURA 15 PASO 1 - DISEÑO DEL PROCESO .....	48
FIGURA 16 DISEÑO DEL FLUJO DEL PROCESO.....	50
FIGURA 17 SUBPROCESO DE GESTIÓN DE MOVILIZACIÓN, ALOJAMIENTO Y/O INSCRIPCIÓN.....	51
FIGURA 18 PASO 2 - CREACIÓN DE LOS OBJETOS DE NEGOCIO .....	52
FIGURA 19 MODELO CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS DEL PROCESO.....	54
FIGURA 20 EJEMPLO PROCESO DE NEGOCIO PROFESOR CREADO EN PROCESS DESIGNER .....	55
FIGURA 21 PASO 3 - DISEÑO DE INTERFACES .....	55
FIGURA 22 DIFERENCIA DE ASPECTO DE UN COACH Y UN COACH DE HERENCIA .....	56
FIGURA 23 COACHES DENTRO DE UNA ACTIVIDAD .....	57
FIGURA 24 DISEÑO DE INTERFACES CON PROCESS DESIGNER .....	57
FIGURA 25 RESULTADO DEL DISEÑO DE INTERFACES .....	58
FIGURA 26 PASO 4 - DEFINICIÓN DE LAS REGLAS DE NEGOCIO.....	58
FIGURA 27 COMPUERTA EXCLUSIVA PARA TOMA DE DECISIÓN EN EL FLUJO DEL PROCESO .....	59
FIGURA 28 REGLA DE NEGOCIO .....	59
FIGURA 29 PASO 5 - CREACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE USUARIOS Y GRUPOS .....	60
FIGURA 30 GESTIÓN DE USUARIOS CON PROCESS ADMIN CONSOLE.....	61
FIGURA 31 ASIGNACIÓN DE USUARIOS A UN GRUPO O EQUIPO .....	61
FIGURA 32 ASOCIAR GRUPO DE USUARIOS A UN LANE.....	62
FIGURA 33 PASO 6 - IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS .....	62
FIGURA 34 CREACIÓN DE SERVICIO DE SISTEMA GENERAL .....	64

FIGURA 35 DEFINICIÓN DE VARIABLES DE AMBIENTE .....	64
FIGURA 36 EJEMPLO DE UNA ACTIVIDAD QUE GENERA UN ARCHIVO PDF .....	65
FIGURA 37 EJEMPLO DE ARCHIVO PDF GENERADO CON SERVICIO DE SISTEMA GENERAL .....	65
FIGURA 38 SERVICIO DE MAIL .....	66
FIGURA 39 CORRELACIÓN DE DATOS EN SERVICIO DE MAIL.....	66
FIGURA 40 EJEMPLO DE ACTIVIDAD CON SERVICIO DE ENVÍO DE MAILS .....	67
FIGURA 41 PASO 7 - EJECUCIÓN DEL PROCESO.....	67
FIGURA 42 BPM PROCESS PORTAL.....	68
FIGURA 43 TAREAS ASIGNADAS POR USUARIO .....	68
FIGURA 44 EJEMPLO DE LA EJECUCIÓN DE LA PRIMERA ACTIVIDAD DEL PROCESO .....	69
FIGURA 45 SUBCARACTERÍSTICAS DE LA USABILIDAD .....	77
FIGURA 46 TEST DE USABILIDAD EMPLEADO.....	81
FIGURA 47 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 1 .....	83
FIGURA 48 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 3 .....	84
FIGURA 49 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 2 .....	85
FIGURA 50 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 6 .....	85
FIGURA 51 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 4 .....	86
FIGURA 52 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 5 .....	87
FIGURA 53 TEST DE USABILIDAD. PREGUNTA 7 .....	88
FIGURA 54 RESULTADOS PROMEDIO DE LAS PRUEBAS DE USABILIDAD .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 ELEMENTOS BÁSICOS DEL MODELADO DE PROCESOS CON BPMN .....	10
TABLA 2 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN PARA COMPARATIVA DE SUITES BPM .....	20
TABLA 3 COMPARATIVA DE SUITES BPM. ELABORADO POR: EL AUTOR.....	21
TABLA 4 RESULTADOS DE COMPARATIVA ENTRE BPMS .....	22
TABLA 5 ETAPAS DE LA FASE DE IDENTIFICACIÓN DEL MÉTODO ISEA .....	26
TABLA 6 ETAPAS DE LA FASE DE SIMULACIÓN .....	29
TABLA 7 REGLAS DEL JUEGO DE SIMULACIÓN (ADAPTADO DE [1]).....	30
TABLA 8 ACTIVIDADES DE LOS ACTORES DENTRO DEL JUEGO DE SIMULACIÓN.....	31
TABLA 9 ELEMENTOS PARA EL JUEGO DE SIMULACIÓN .....	32
TABLA 10 ETAPAS DE LA FASE DE EVALUACIÓN.....	35
TABLA 11 PROCEDIMIENTOS DE LA SESIÓN DE TRABAJO .....	36
TABLA 12 PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICAR ACCIONES DE MEJORA .....	37
TABLA 13 LISTA DE DIFICULTADES ENCONTRADAS .....	38
TABLA 14 LISTA DE ACCIONES DE MEJORA .....	38
TABLA 15 PRIORIZACIÓN DE ACCIONES DE MEJORA.....	40
TABLA 16 ETAPAS DE LA FASE DE MEJORA .....	41
TABLA 17 PROCEDIMIENTOS DE LA SESIÓN DE TRABAJO DE LA FASE DE MEJORA.....	42
TABLA 18 TIPOS DE SERVICIOS DISPONIBLES EN IBM BPM .....	63
TABLA 19 TIPOS DE PRUEBAS DE SOFTWARE .....	70
TABLA 20 FORMATO DE DISEÑO DE CASO DE PRUEBA .....	72
TABLA 21 PRUEBA DE FUNCIONALIDAD A LA 1ERA ACTIVIDAD DEL PROCESO.....	73
TABLA 22 RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD .....	76
TABLA 23 PASOS PARA EJECUTAR LA PRUEBA DE USABILIDAD .....	78
TABLA 24 FACTORES DE LA ECUACIÓN .....	79
TABLA 25 CALCULO NIVEL CONFIANZA TOMADO DE LA TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE GAUSS .....	80
TABLA 26 FACTORES DE EVALUACIÓN POR PREGUNTA .....	82
TABLA 27 PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS DEL TEST DE USABILIDAD .....	82
TABLA 28 RESULTADOS DEL FACTOR DE EVALUACIÓN: DISEÑO.....	83
TABLA 29 RESULTADOS DEL FACTOR DE EVALUACIÓN: FACILIDAD DE USO .....	84
TABLA 30 RESULTADOS DEL FACTOR DE EVALUACIÓN: TIEMPO DE RESPUESTA.....	86
TABLA 31 RESULTADOS DEL FACTOR DE EVALUACIÓN: SATISFACCIÓN DE USUARIO.....	87
TABLA 32 RESULTADOS GLOBALES DE LAS PRUEBAS DE USABILIDAD.....	88

## **RESUMEN**

El presente trabajo de titulación presenta una propuesta de formalización e informatización del “Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación”, con el objetivo de apoyar en el proceso de acreditación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas mediante la elaboración de un manual del proceso, definición de actores, responsables y funciones, el diseño, la descripción de los procedimientos específicos y una evaluación y mejora del proceso.

Este documento está dividido en cuatro secciones. La sección introductoria describe de forma sintetizada la problemática entorno al proceso, los objetivos y alcance planteados, presenta la base conceptual con la que se sustenta el presente trabajo y establece el estado de situación actual del proceso.

En la segunda sección se describe el enfoque metodológico a seguir y su aplicación al proceso caso de estudio, obteniéndose como resultado por un lado la formalización del proceso mediante un manual y por otro la automatización del mismo desarrollando un sistema informático con el enfoque de procesos propuesto por IBM-BPM.

En la tercera sección se presenta los resultados obtenidos de la evaluación del sistema informático mediante la realización de pruebas de funcionalidad y usabilidad.

Finalmente, en la sección cuarta se exponen las conclusiones y recomendaciones desarrolladas en base al análisis de los resultados obtenidos en la realización del proyecto y la evaluación del impacto de la solución en los ámbitos relacionados al proyecto como el ámbito laboral-profesional o social.



## **ABSTRACT**

The present article presents a proposal of formalization and automation of the Process of Management of Institutional Sponsorship for the Presentation of Results in the Framework of Research Projects, with the objective of supporting in the accreditation process of the Faculty of Systems Engineering through Preparation of a process manual, definition of actors, decision makers and functions, design, description of specific procedures and evaluation and improvement of the process.

This document is divided into four sections. The introductory section describes in a summarized way the problematic surrounding the process, the objectives and scope proposed, presents the conceptual basis for the present work and establishes the current state of the process.

The second section describes the methodological approach used and its application to the case study process, obtaining as a result, the formalization of the process through a manual and the automation of the same, developing a computer system with the process approach proposed by IBM-BPM. The third section presents the results obtained from the evaluation of the computer application by conducting tests of functionality and usability.

Finally, section four presents the conclusions and recommendations based on the analysis of the results obtained in the implementation of the project and the evaluation of the impact of the solution in the areas related to the project, such as the professional or social sphere.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación se centra en la línea de investigación de los sistemas de información (SI), en la gestión de procesos y gestión de la calidad. Este proyecto consiste en la propuesta de formalización e informatización del “Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación”, proceso que no solo es aplicable en la FIS<sup>1</sup> sino que es común para todas las dependencias de la EPN<sup>2</sup> y por tanto esta propuesta se puede generalizar para toda la institución con el propósito de mejorar el desempeño del proceso y agilizar el trámite administrativo, en resumen, ser más eficaces y por consecuencia brindar soporte a la consecución de los objetivos institucionales apoyando las labores investigativas y misiones institucionales en general.

Esta propuesta de proyecto integrador hace parte de las estrategias para garantizar el proceso de acreditación de la FIS, por lo tanto, este trabajo es de interés de la facultad y cuenta con el auspicio de las autoridades.

La formalización del proceso sigue el enfoque que proporciona la Gestión de Procesos de Negocio o por sus siglas en inglés BPM<sup>3</sup>, soportado por la metodología ISEA<sup>4</sup> (descrita en la sección: Metodología) la cual según [1], *“permite concebir modelos propios de negocio de una forma sencilla y lúdica, siendo especialmente útil para los procesos de negocio existentes permitiendo la representación, evaluación e identificación de acciones de mejora para dichos procesos.”*

Posteriormente a la formalización del proceso se realiza una propuesta de informatización con la ayuda de la herramienta IBM BPM que ofrece un conjunto de capacidades colaborativas basadas en roles diseñadas para modelar, simular, ejecutar, cambiar rápidamente, monitorear y optimizar procesos de negocios y flujos de trabajo. El resultado es una plataforma unificada para el diseño de procesos, la visibilidad, la gestión de procesos y la automatización que le ayudarán a lograr un valor comercial real [2].

En el siguiente punto se describe de mejor forma la problemática en que se encuentra inmerso el presente proyecto y que se desea dar solución con las metodologías ya mencionadas. Se abordará desde un punto de vista global hasta enfocarnos en el problema existente dentro de la institución y al proceso en cuestión.

---

<sup>1</sup> FIS: Facultad de Ingeniería de Sistemas, <http://fis.epn.edu.ec>

<sup>2</sup> EPN: Escuela Politécnica Nacional, <http://www.epn.edu.ec>

<sup>3</sup> BPM: Business Process Management (Gestión de Procesos de Negocio)

<sup>4</sup> ISEA: por sus siglas en francés: Identification, Simulation, Évaluation, Amélioration

## 1.1 Problemática

La Escuela Politécnica Nacional cuenta con un inventario de procesos proporcionado por la Dirección de Gestión de la Información y Procesos (DGIP) en [3]. Este inventario no considera todos los procesos internos institucionales, por ejemplo, el proceso de obtención de auspicio institucional para la presentación de resultados no hace parte de dicho inventario y mucho menos se lo ha formalizado al no existir un manual oficial del proceso, ocasionando importantes retardos e ineficacia a la hora de otorgar dichos auspicios (Ver Fase de Identificación de la metodología ISEA y **Anexo III**).

Actualmente la normativa interna específica, relacionada al auspicio institucional tal y como se puede verificar en el estatuto de la EPN vigente, aprobado por el Consejo de Educación Superior [4], no contempla un nivel detallado de actividades, por lo que el proceso se ejecuta en base al conocimiento empírico de los actores funcionales.

Por su parte, la FIS cuenta con una cartografía de procesos internos aprobada por las autoridades y expuesta en el Plan estratégico vigente [5]. Este mapa de procesos internos está compuesto por tres categorías, los Procesos Gobernantes, los Procesos Principales y los Procesos de Apoyo (ver **Figura 1**) conforme se definen a continuación:

- **Los procesos gobernantes** son aquellos que orientan la gestión institucional a través de la formulación de políticas, directrices, normas, procedimientos, planes, acuerdos y resoluciones para la adecuada administración.
- **Los procesos principales** son los encargados de generar y producir los servicios necesarios para el cumplimiento de la misión institucional y los objetivos estratégicos.
- **Los procesos de apoyo** son aquellos que proveen los recursos necesarios para el desarrollo de los procesos gobernantes y principales, facilitan el desarrollo de los demás procesos, apoyando y viabilizando la gestión institucional.

Conforme la clasificación realizada en el mapa de procesos internos de las FIS, podemos situar nuestro proceso de obtención de auspicio institucional como parte de los procesos de gestión administrativa que, juntamente con los procesos de gestión de talento humano y gestión de estudiantes, conforman los Procesos de Apoyo.

A continuación, en la **Figura 1** se presenta el mapa de procesos internos mencionado, incluida la codificación asignada para cada proceso. Además, está señalado el proceso relacionado al “Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación”.

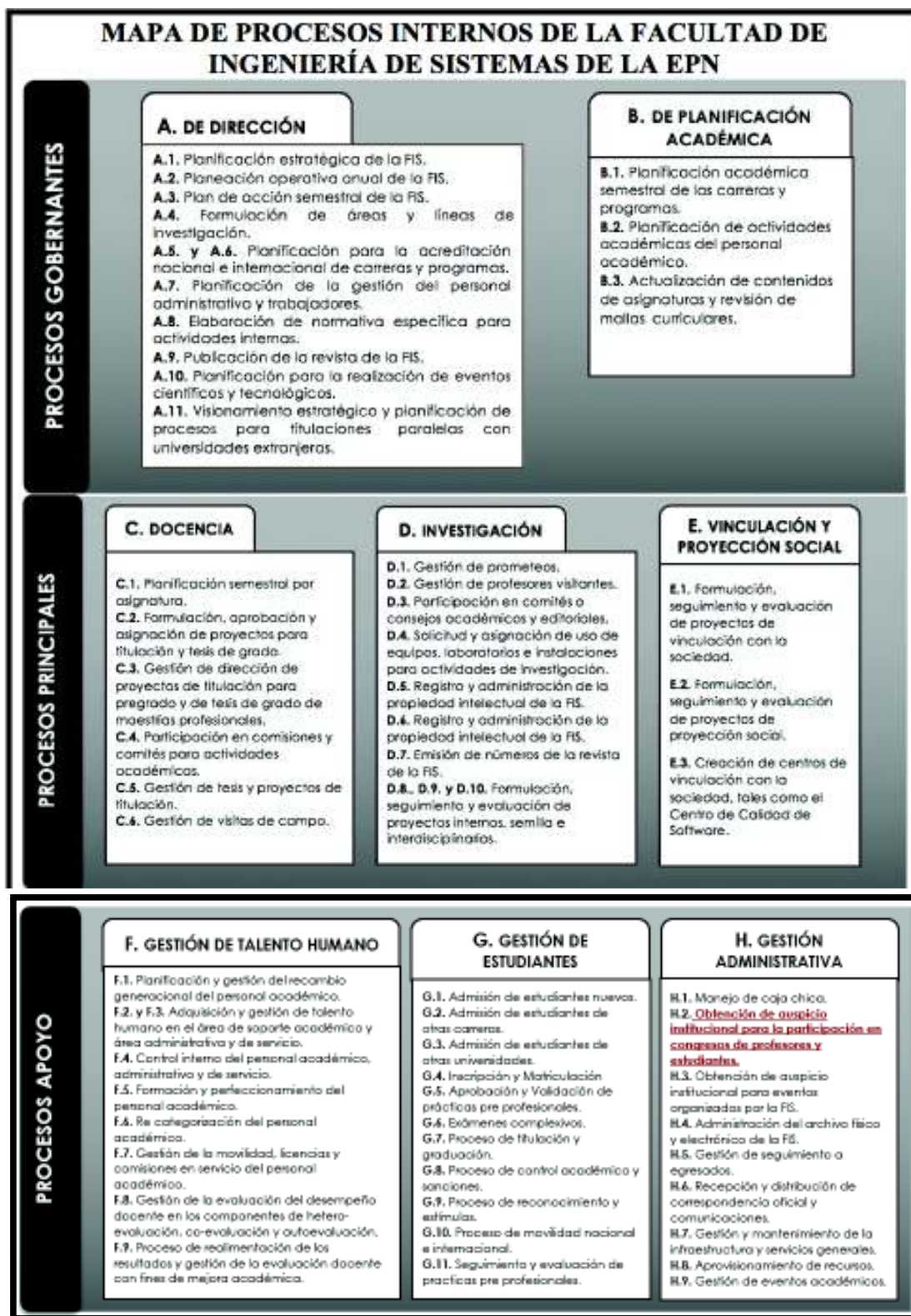


Figura 1 Mapa de procesos Internos de la FIS (Adaptado de [1])  
 Elaborado por: El autor

El proceso de “*auspicio institucional*”, hace parte de una clasificación más amplia y por su alcance se limita al “Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación”, el mismo que se fundamenta en la Resolución Administrativa No. 002-2016 del 15 de enero de 2016 [6], donde se especifica que es de los únicos auspicios que se pueden autorizar, dando prioridad a la investigación científica.

Con miras al proceso de acreditación de la facultad, se ha iniciado la formalización de estos procesos internos de acuerdo con una priorización establecida por las autoridades. Por esto, se requiere dicha formalización a través de un manual de procesos, y adicionalmente se contempla el desarrollo de una propuesta de prototipo de una posible solución para la informatización de los procesos internos.

Como se mencionó anteriormente, estos prototipos van a ser realizados mediante el uso de la suite BPM de IBM, herramienta de la cual se posee una licencia académica otorgada a la institución, esto con el objetivo de mantener una plataforma centralizada de gestión de procesos.

Es oportuno señalar que esta propuesta de proyecto integrador hace parte de las estrategias para garantizar el proceso de acreditación de la Facultad de Ingeniería en sistemas, por lo tanto, este trabajo es de interés de la facultad y cuenta con el auspicio de las autoridades. A continuación, se presenta y describe los objetivo general y específicos planteados para este trabajo de titulación.

## 1.2 Objetivos

### Objetivo General

- Formalizar e informatizar el Proceso de Gestión de Solicitud de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación.

### Objetivos Específicos

- Establecer el estado de situación actual del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación, mediante entrevistas con los usuarios funcionales del proceso y el estudio de la normativa relacionada vigente, para identificar posibles acciones de mejora.
- Elaborar un manual de procesos que permita la formalización del mismo a través de la caracterización del proceso, diseño del proceso, identificación de roles y funciones, y la descripción de procedimientos específicos.
- Desarrollar una propuesta de informatización del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación, mediante un enfoque de procesos utilizando la suite IBM BPM.
- Evaluar el sistema informático mediante pruebas de funcionalidad y usabilidad.

### 1.3 Alcance

El alcance del presente proyecto integrador se define de acuerdo a los objetivos establecidos en el punto anterior, por lo que abarca una propuesta de formalización del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación, siguiendo la metodología ISEA y que se expone en un manual de usuario (Ver **ANEXO V**) que incluye todas las actividades detalladas en el proceso, y que será el producto del proyecto.

Además, se realizará la informatización del proceso mencionado, siguiendo las dos primeras fases del ciclo de vida de IBM BPM con las que se cubrirá las fases clásicas de modelado y ejecución del proceso. Para esto se utiliza la suite IBM-BPM Advanced con la que se diseñará, implementará y ejecutará el proceso, al final del desarrollo de estas fases se mostrará una posible solución informática a las actividades realizadas en el proceso y que actualmente se lo realiza de forma manual. Esta propuesta será entregada en la Dirección de Gestión de la Información y Procesos como parte de la colaboración que tiene la facultad con la institución en la gestión de procesos.

### 1.4 Base conceptual

En esta sección se presenta un estudio de la base conceptual en la que se fundamenta el presente proyecto de titulación y que se ha estructurado en tres secciones fundamentales: el enfoque basado en procesos, la mejora de procesos y la informatización de procesos.

#### **Enfoque basado en procesos**

Según la ISO 9001:2008, la aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado, puede denominarse como "enfoque basado en procesos" [7]. A continuación, se describen los términos relacionados al enfoque mencionado:

#### ***Proceso***

Proceso, de acuerdo a la norma ISO 9000:2015 sobre los sistemas de gestión de calidad [8], es *"un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas (generalmente las salidas de otros procesos) para proporcionar un resultado previsto el cual puede ser una salida, producto o servicio"*. Además, en esta misma norma se introduce la

idea de proceso organizacional en la que se indica que dichos procesos generalmente se planifican y se realizan bajo condiciones controladas para agregar valor.

### **Elementos del proceso**

En la norma mencionada, se describen los elementos que tiene un proceso desde su inicio hasta su final como indica la **Figura 2**. Todo proceso al iniciarse tiene factores precedentes que ayudan a desencadenarlo, tal como las **fuentes de entrada** que muchas veces son procesos internos o externos y que proporcionan **entradas** que pueden ser tangibles o intangibles, por ejemplo, información, requisitos, materiales entre otros.

Al estar presentes estos factores el proceso se puede iniciar mediante el desarrollo de **actividades** que comprenden el mismo, al final se obtendrá una **salida** del proceso que comúnmente es un producto o servicio y que por último llegará a un cliente interno o externo, lo que se considera como los **receptores de las salidas**.



Figura 2 Elementos de un proceso según [8]  
Elaborado por: El Autor

### **Procesos de Negocio**

Dada la definición de proceso es primordial contextualizarla dentro del enfoque organizacional, por lo que existen definiciones relacionadas sobre los procesos de negocio ya planteadas a nivel formal. La más representativa es la que expone Gillot en [9]: "Un proceso de negocio es una secuencia de actividades ordenadas, que tienen lugar en serie o en paralelo, las cuales



*son ejecutados por personas o por aplicaciones y que conducen a un resultado esperado. Un proceso se caracteriza por un evento de entrada, seguido de actividades para la construcción de un resultado final".*

### ***Gestión de Procesos de Negocio (BPM)***

La gestión de procesos de negocio, se le considera como un soporte a los procesos de negocio utilizando métodos, técnicas y software para diseñar, representar, controlar y analizar los procesos operativos relacionados con los seres humanos, organizaciones, aplicaciones, documentos y otras fuentes de información. [10]

Según [9], la gestión de procesos de negocio comprende 4 ejes principales:

- a. **La modelización de procesos:** representación gráfica de procesos.
- b. **La automatización de procesos:** para los que son automatizables e integrables.
- c. **La gestión de procesos:** estados del proceso y ciclo de vida.
- d. **La optimización:** mejora de procesos en base a las métricas reales del rendimiento del proceso.

### ***Objetivos de BPM***

Estos cuatro ejes conjuntamente existen para cumplir con los objetivos de BPM que principalmente son:

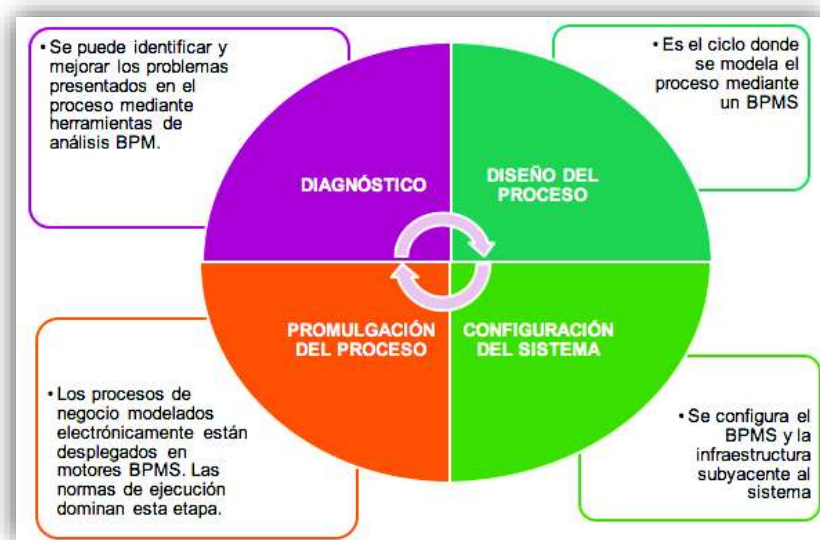
- ✓ Alinear la calidad de los productos y servicios que ofrece la empresa a las necesidades de sus clientes y socios.
- ✓ Reducir los plazos de atención, entrega o disponibilidad en el mercado de nuevos productos o servicios.
- ✓ Disminuir o eliminar determinadas actividades improductivas y optimizar el uso de ciertos recursos, haciéndoles contribuir a las actividades de mayor valor agregado.

Al llegar a estas metas se espera que la organización obtenga grandes beneficios tal como: mejorar la gestión de la empresa, disminuir los costos y aumentar la eficacia, mejorar la calidad del servicio, aumentar la adaptabilidad, flexibilidad y agilidad, disminuir los riesgos relacionados a la implementación de nuevos sistemas y analizar el comportamiento de clientes.

### **Ciclo de Vida de BPM**

Las fases que son parte del ciclo de vida de BPM se organizan en una estructura cíclica, mostrando sus dependencias lógicas. Estas dependencias no implican un estricto orden temporal en el que las fases tienen que ser ejecutadas. Muchas de las actividades de diseño y desarrollo se llevan a cabo durante cada una de estas fases [11].

Existen muchas apreciaciones del ciclo de vida BPM genérico, a continuación, se presenta el ciclo de vida según lo describen varios autores basándose en el modelo genérico. En la **Figura 3** se distinguen 4 ciclos:



*Figura 3 Ciclo de Vida BPM. Adaptado de [12]  
Elaborado por: El Autor*

### **Formas de Representación de Procesos**

Existen varias formas de representar un proceso de negocio, sin embargo, existe la necesidad de normalizar esta representación para un mejor entendimiento. Para esto ya se han creado especificaciones, normas o estándares como el lenguaje de modelado unificado (UML) y el estándar BPMN 2.0 (Business Process Management Notation) desarrollados por OMG (Object Management Group) y que es la notación que vamos a utilizar en el desarrollo del proyecto.



### Business Process Management Notation (BPMN)

BPMN se puede considerar como la representación gráfica del lenguaje de modelamiento de procesos de negocio (BPML) o un lenguaje de ejecución de procesos basado en XML<sup>5</sup> [10] y una notación para describir los procesos de negocio. Un diagrama BPMN tiene gráficos que permiten modelar las actividades, los flujos, las relaciones, los datos, las interacciones del proceso, entre otros [1].

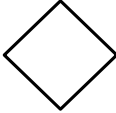






El objetivo principal de BPMN es proporcionar una notación que es de fácil comprensión para todos los usuarios de la empresa, a partir de los analistas de negocios que crean los borradores iniciales de los procesos, a los desarrolladores técnicos responsables de la aplicación de la tecnología que va a realizar esos procesos y, por último, a los hombres de negocios que va a administrar y monitorear esos procesos. Por lo tanto, BPMN crea un puente estandarizado para la brecha entre el diseño de procesos de negocio y la implementación de procesos [13].

En la siguiente tabla (Ver **Tabla 1**) se presentan los elementos básicos del estándar BPMN 2.0, sin embargo, existen otra variedad de elementos o variantes de estos que resultaría bastante extenso describirlos en esta sección, por lo que se adjunta en el **ANEXO I** un poster que contiene una lista y descripción más amplia de los elementos de la notación que ha sido realizado por [14].

*Tabla 1 Elementos básicos del modelado de procesos con BPMN*

Elemento	Descripción	Notación
<b>Evento</b>	Un evento es algo que "sucede" en el curso de un proceso. Hay tres tipos de eventos, a partir de cuándo afectan al flujo: Inicio, Intermedio y Fin.	
<b>Actividad</b>	Es el trabajo que realiza la empresa en un proceso. Los tipos de actividades que forman parte de un modelo de proceso son: Sub-procesos y tareas, que son rectángulos redondeados.	

<sup>5</sup> XML: eXtensible Markup Language - <https://www.w3schools.com/xml/>

<b>Compuerta</b>	Una compuerta se utiliza para controlar la divergencia y convergencia de los flujos de secuencia en un proceso. De este modo, se determinará la ramificación, bifurcación, la fusión y la unión de caminos.	
<b>Flujo de secuencia</b>	Un flujo de secuencia se utiliza para mostrar el orden en que las actividades se realizarán en un Proceso.	
<b>Flujo de mensaje</b>	Un flujo de mensajes se utiliza para mostrar el flujo de mensajes entre dos participantes que se preparan para enviarlos y recibirlos.	
<b>Pool</b>	Un pool es la representación gráfica de un participante en un proceso. También actúa como un "swimlane" y un contenedor gráfico para particionar un conjunto de actividades de otras agrupaciones.	
<b>Lane</b>	Un carril es una sub-partición dentro de un proceso, a veces dentro de un pool, y se extenderá a todo lo largo del proceso, ya sea vertical u horizontalmente. Los carriles se utilizan para organizar y categorizar actividades.	
<b>Objeto de Dato</b>	Los objetos de datos proporcionan información sobre qué actividades requieren ser realizadas y/o que producen.	
<b>Mensaje</b>	Un mensaje se utiliza para describir el contenido de una comunicación entre dos participantes.	

## Mejora de Procesos

La mejora de procesos se basa en la gestión de la calidad que según la ISO 9000: 2015 trata acerca de las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto al grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos [8].

Las organizaciones utilizan diferentes metodologías, enfoques y herramientas para la implementación de la gestión de calidad y programas de mejora continua, tal como PDCA, DMAIC, RADAR Matrix y DFSS [15]. A continuación, se describen varias herramientas que ayudan en la mejora del proceso como el diagrama de afinidades, brainstorming y el diagrama de relaciones que serán utilizadas en las diferentes fases de la metodología con la que se desarrolla el presente proyecto de titulación.

### ***Herramientas para la mejora de procesos***

En esta sección se describen las herramientas que se usarán en las diferentes fases de la metodología que sigue el presente proyecto:

#### **Brainstorming**

La herramienta brainstorming o Lluvia de ideas según [16], es una manera simple de generar, para un grupo de personas, múltiples ideas como posibles soluciones a un problema conocido. Esta herramienta la usaremos en la fase de mejora, donde se les pide a los actores del proceso, escriban todas las ideas de mejora respecto a una dificultad encontrada.

Rogel Ernoul en [16] describe 3 fases para el desarrollo del brainstorming:

- I. **Fase de organización:** en la que un facilitador recuerda los principios de la técnica, captura las ideas de los demás, no comenta o critica las ideas emitidas y hace participar a todos.
- II. **Fase de producción de ideas:** donde los participantes reflexionan en silencio y escriben en el papel las ideas que vienen a ellos.
- III. **Fase de explotación, validación:** es donde el facilitador elimina redundancias, las ideas fuera de tema, recoge las ideas por categorías con el grupo.

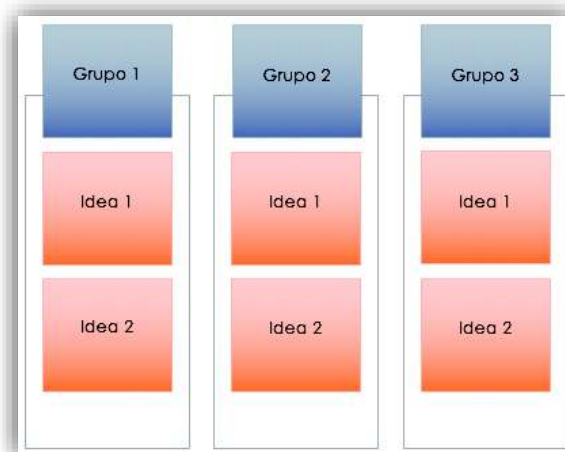
### Diagrama de afinidades

Un diagrama de afinidad es una herramienta que reúne grandes cantidades de datos (ideas, opiniones, problemas) y los organiza en grupos en función de sus relaciones naturales [17]. El proceso de afinidad se utiliza a menudo para agrupar ideas generadas por el brainstorming.

En [1] se encuentra detallado la forma en cómo se implementa esta herramienta:

- ✓ Un facilitador hace una pregunta que va a la reflexión de los participantes. Por Ejemplo: "¿Qué acciones se deben tomar para mejorar las dificultades? ".
- ✓ A continuación, cada participante escribe en post-its ideas relevantes a la cuestión.
- ✓ El siguiente paso es validar el contenido del post-its. El facilitador dispone del centro de una hoja de papel y los anota uno por uno para asegurarse de que se formulan clara y objetivamente. De lo contrario, se reescriben por sus autores.
- ✓ Cuando el conjunto ha sido validado, todos los participantes se colocan delante de la mesa y comienzan a consolidar los post-its por afinidades. Esto se hace de manera intuitiva, con todos aquellos que parecen tener algo en común (Una idea, algo que percibimos, pero es difícil de expresar).
- ✓ Esto se hace en silencio, pero si surgen desacuerdos, los participantes pueden discutir hasta estar de acuerdo. Es posible que algunos post-its no puedan agruparse y permanezcan solos.
- ✓ El siguiente paso es nombrar los grupos, es decir, formular las afinidades que cumplan con los post-its. La frase de esta forma encontrada será colocada en un post-it color diferente.

A continuación, en la **Figura 4** se presenta un modelo del resultado de un diagrama de afinidades:



*Figura 4 Ejemplo de un modelo de Diagrama de Afinidades  
Elaborado por: El Autor*

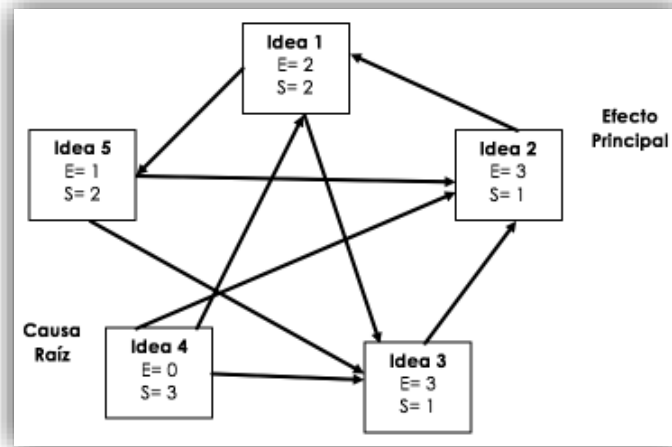
### Diagrama de relaciones

En estos diagramas se dibujan todas las diferentes relaciones entre los factores, áreas o procesos. Su objetivo es identificar las causas y los efectos más significativos de un problema complejo para establecer prioridades.

La forma de obtener un diagrama de relaciones se detalla a continuación [1]:

1. Los participantes que antes se hicieron propuestas de acciones de mejora usando el diagrama de afinidades, colocan las tarjetas cerca unos de otros para establecer las relaciones.
2. Se debe llevar a la reflexión con la pregunta: "¿Para hacer la acción B, es la acción A útil?". Según la mayoría de las respuestas, el facilitador dibuja una flecha entre las acciones A y B si A es útil para B, y nada si no lo es.
3. Cuando se haya completado este trabajo, el líder del grupo cuenta las flechas de entrada y la salida de cada acción. El número de entradas y salidas de cada acción permite determinar el orden de ejecución de las acciones de mejora. El orden obtenido es parcial, algunas acciones pueden ser independientes de los demás.
4. Identificar las acciones más importantes: las que son un punto de partida o de llegada significativa. Por lo tanto, los post-its con las flechas que conducen a muchos otros post-it serán considerados como acciones o causas fundamentales. En contra posición, los temas en los que terminan muchas flechas serán vistos como los efectos más importantes, pero pueden ser causas de más largo plazo.

A continuación, en la **Figura 5** se bosqueja un ejemplo de un diagrama de relaciones:



*Figura 5 Ejemplo de un Diagrama de Relaciones  
Elaborado por: El Autor*

En conclusión, estas herramientas de mejora de procesos nos ayudan a obtener un proceso más claro, conciso y eficiente, con lo cual podemos pasar a la siguiente fase del presente proyecto: la automatización del proceso. En esta fase se utilizarán varias herramientas, para el modelado o diseño, para la implementación y para el monitoreo del proceso automatizado. Los BPMS<sup>6</sup> permiten muchas veces realizar todas estas tareas, en la sección siguiente se expone la descripción de la herramienta que se utilizará para realizar la propuesta de informatización del proceso, IBM BPM y una comparativa con BPMS similares.

<sup>6</sup> BPMS: Business Process Management Software o Business Process Management Suite



## **Informatización de Procesos**

Uno de los objetivos específicos del presente trabajo es informatizar el proceso de obtención de auspicio institucional para misiones del personal de la FIS, para esto es preciso definir y establecer una herramienta que permita involucrar todos los aspectos relacionados con la informatización, es decir, el modelamiento, diseño, implementación y monitoreo.

En general, la informatización de procesos tiene como beneficios la reducción de los tiempos de entrega, aminorar errores manuales, y brindar una mayor flexibilidad para cambiar la estructura de los procesos de negocio. Por otra parte, la aplicación de estos tipos de sistemas puede ser un esfuerzo complejo y puede requerir mucho tiempo [18].

En el presente apartado se realiza una descripción breve de la herramienta IBM BPM la cual se utiliza en la etapa de informatización del presente proyecto. Además, se adjunta el **Anexo II** que contiene una investigación más amplia de Suites BPM disponibles.

### ***Software para la Gestión de Procesos de Negocio (BPMS)***

Howard Smith y Peter Fingar [19] describen un BPMS como el entorno de modelado, integración y ejecución para el diseño, fabricación y mantenimiento de procesos de negocio y señalan que *"Al igual que los sistemas de gestión de bases de datos relacionales apoyaron la agregación de datos de negocio y la creación de modelos de datos empresariales, un BPMS logra lo mismo para los procesos de negocio"*.

Características de los BPMS:

- Permite a los procesos de negocio tener un modelo de datos relacional.
- La capa de integración permite buscar intuitivamente a través del modelo de datos del proceso, haciendo más fácil la recuperación de datos en alguna instancia del proceso.
- Permite el control transaccional sobre las solicitudes que se realicen. Esto hace posible que las operaciones realizadas cumplan con las propiedades ACAD (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad).
- Los cambios se realizan de forma flexible, la escalabilidad es garantizada y la integración es simple.

- Permite la reutilización de los elementos involucrados en el proceso (modelo de datos, formas, reglas de negocio, etc.)
- Permite reducir los requerimientos de programación de manera que el propietario del proceso tenga autonomía para realizar cambios dentro del mismo.

Como ya se había mencionado, la propuesta de informatización del proceso de gestión de auspicio institucional para la presentación de resultados en el marco de proyectos de investigación se la realizará en el entorno del BPM de IBM por lo que a continuación, describimos qué es esta herramienta y qué productos son los que ofrece.

### IBM BPM

IBM Business Process Manager es un sistema de gestión de procesos de negocio integral que proporciona visibilidad y el conocimiento para gestionar los procesos de negocio [20]. Está diseñado específicamente para permitir a los propietarios de procesos y usuarios de negocios participar directamente en la mejora de sus procesos de negocio [2].

Los productos de IBM BPM ofrecen un conjunto de capacidades de colaboración, basadas en funciones diseñadas para modelar, simular, ejecutar, cambiar rápidamente, controlar y optimizar los procesos de negocio. Existen tres ediciones del producto para dar soporte a diferentes niveles de complejidad y participación con la gestión de procesos de negocio.

Estos productos incluyen:

- ✓ IBM BPM Express: este producto puede ser un punto de iniciación en la gestión de procesos de negocio ya que proporciona una interfaz de fácil uso con un motor de ejecución, monitoreo y optimización de procesos para que los participantes se involucren en actividades de mejora de procesos.
- ✓ IBM BPM Standard: IBM BPM Standard es una plataforma integral de gestión de procesos de negocio, que proporciona una visibilidad completa e información para gestionar procesos de negocio. Proporciona herramientas y recursos de ejecución para diseñar, ejecutar, supervisar y optimizar procesos, además de un soporte básico

de integración de sistemas. Además, es ideal para programas de mejora de varios proyectos que se centran en el flujo de trabajo y la productividad, escalando fácilmente de un proyecto inicial a programas que abarcan toda la empresa.

- ✓ IBM BPM Advanced: IBM Business Process Manager Advanced es una plataforma unificada para analizar y mejorar las operaciones de negocio mediante la gestión de casos básicos y procesos de negocio, arquitectura orientada a servicios (SOA) y analítica de procesos de negocio. Incluye Process Server, Process Center y un entorno de diseño visual para los requisitos de integración, casos y procesos.

Los componentes de IBM Business Process Manager proporcionan un repositorio de BPM unificado para gestionar los procesos de negocio y sus artefactos asociados, herramientas para autores, administradores y usuarios, y una plataforma de ejecución. En el siguiente diagrama tomado de [21] de la **Figura 6** se muestra una configuración típica de IBM Business Process Manager Advanced.

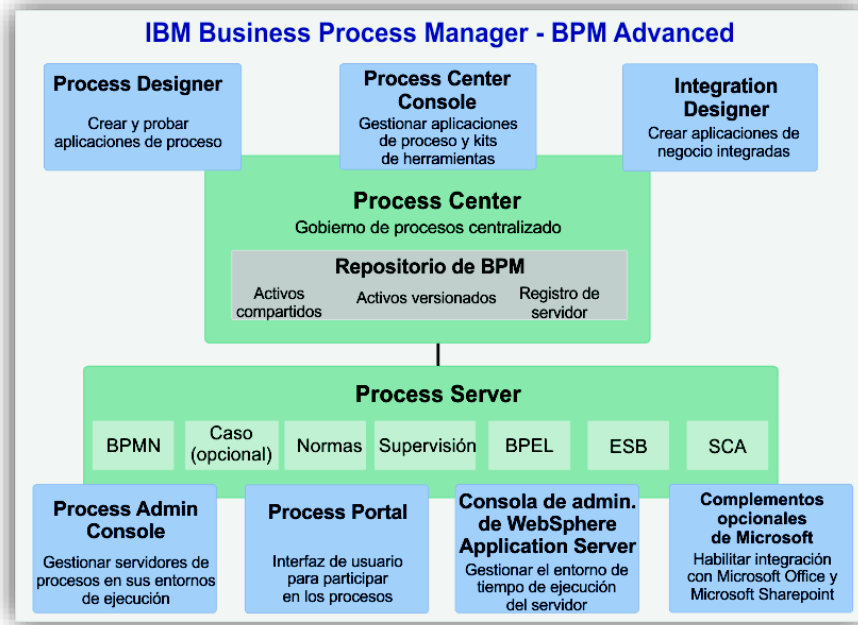


Figura 6 Componentes de IBM BPM Advanced

Es importante tomar en consideración cada uno de estos componentes ya que son los que usaremos en la implementación de la propuesta de informatización que se describirá más específicamente en la sección

Metodología IBM BPM del presente documento, siguiendo el ciclo de diseño, implementación y ejecución de procesos según el ciclo de vida de IBM BPM.

### Costos de IBM BPM

Según [22], los costos de licencia de IBM BPM para el primer año puede exceder los \$654.000 y \$1.2 millones para cinco años. Cuando se requiere la edición avanzada de esta herramienta que contiene características mucho más complejas, el primer año puede llegar a costar sobre los 2 millones de dólares.

Gracias al convenio que tiene como institución la EPN con la empresa multinacional IBM, ahora se tiene acceso a estas herramientas con la licencia proporcionada por IBM, por este motivo la propuesta de informatización que se encuentra dentro del alcance del presente proyecto integrador se lo realizará con este gestor de procesos de negocio.

### **Comparativa entre BPMS**

A pesar de que para el presente proyecto ya se ha elegido una Suite BPM, es ideal identificar las demás suites y compararlas para brindar una visión de las características de la suite de IBM con respecto a los BPMS que existen en el mercado.

Para realizar esta comparación es preciso definir parámetros de evaluación que permitirán identificar las características más sobresalientes de cada herramienta, esta definición se la realiza en base a criterios obtenidos de comparaciones que se realizan para software y la ponderación de estos parámetros se han establecido según las necesidades que se adaptan al presente proyecto.

En la **Tabla 2** se puede observar los parámetros de evaluación con las respectivas descripciones y ponderaciones.

*Tabla 2 Parámetros de evaluación para comparativa de Suites BPM*

<b>Parámetro de evaluación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ponderación</b>
Soporte en Ecuador	Se refiere a si existe soporte para la herramienta en Ecuador.	20%
Tipo de Licenciamiento	Qué tipo de licencia posee el BPMS, propietaria o no propietaria	15%
Sistemas Operativos	En que sistemas operativos se puede ejecutar el BPMS	10%
Soporta BPMN 2.0	Si soporta la notación BPMN 2.0	15%
Soporta Plataformas Móviles	Si el BPMS dispone de aplicativo móvil para gestionar los procesos.	5%
Curva de Aprendizaje	Se refiere a la dificultad que presenta el BPMS para aprender todas sus funciones y herramientas.	15%
Convenio con EPN	Se refiere a si posee convenio institucional con la EPN lo que permitiría acceder de forma gratuita a la herramienta.	20%
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

A continuación, en la **Tabla 3** se realiza un cuadro comparativo de las suites BPM más reconocidas. El análisis de la comparación entre herramientas BPM se encuentra detallado en **Anexo II**.

Tabla 3 Comparativa de Suites BPM. Elaborado por: El Autor

		Criterio de evaluación		Tipo de Licenciamiento	Sistemas Operativos	Soporta BPMN 2.0	Soporte en Ecuador	Plataformas Móviles	Curva de Aprendizaje	Convenio con EPN	TOTAL
<b>IBM BPM</b>	<b>Descripción</b>			Licencia propietaria	Microsoft Windows, Linux, Solaris y AIX	SI	SI, IBM Ecuador	SI	Información limitada y acceso restringido al software.	SI	
	<b>Ponderación</b>			5%	8%	15%	20%	5%	10%	20%	<b>83%</b>
<b>Bizagi BPM</b>	<b>Descripción</b>			Freeware con Licencia propietaria	Microsoft Windows	SI	Comunidades online para brindar soporte	SI	Comunidades online para aprendizaje del software.	NO	
	<b>Ponderación</b>			10%	5%	15%	10%	5%	13%	0%	<b>58%</b>
<b>JBPM</b>	<b>Descripción</b>			Apache License 2.0 Código abierto	Microsoft Windows, Linux, MacOS, Solaris	SI	Comunidades online para brindar soporte	NO	Fácil uso y toda la información disponible online.	NO	
	<b>Ponderación</b>			15%	10%	15%	10%	0%	15%	0%	<b>65%</b>
<b>Process Maker</b>	<b>Descripción</b>			Licencia AGPLV3 y Licencia BPM de Código Abierto	Microsoft Windows, Linux, MacOS	SI	SI	NO	Comunidades online para aprendizaje del software.	NO	
	<b>Ponderación</b>			15%	7%	15%	20%	0%	13%	0%	<b>70%</b>
<b>BonitaSoft</b>	<b>Descripción</b>			GNU General Public License V2	Microsoft Windows, Linux, MacOS, Solaris	SI	Comunidades online para brindar soporte	NO	Fácil uso y toda la información disponible online.	NO	
	<b>Ponderación</b>			15%	10%	15%	10%	0%	15%	0%	<b>65%</b>

### **Resultado de la Comparativa entre BPMS**

Después de realizar el cuadro comparativo de la **Tabla 3** se obtuvieron los resultados presentados de forma resumida en la **Tabla 4** y como se resalta, IBM BPM obtuvo el mayor puntaje total respecto a las ponderaciones que fueron establecidas según el autor, considerando los criterios de evaluación definidos anteriormente.

*Tabla 4 Resultados de comparativa entre BPMS*

<b>SUITES BPM</b>	<b>TOTAL</b>
BIZAGI BPM	58%
JBPM	65%
<b>IBM BPM</b>	<b>83%</b>
PROCESS MAKER	70%
BONITASOFT	65%

Al observar las ponderaciones otorgadas a las diferentes suites BPM, se puede distinguir que IBM BPM tiene un bajo puntaje en el tipo de licenciamiento y en curva de aprendizaje, ya que al tener licencia propietaria y tener la restricción de costos para acceder a la aplicación es de igual forma difícil encontrar información sobre las herramientas IBM, lo que hace complicado el auto aprendizaje y se requiera cursos especializados que a su vez son bastante costosos. Sin embargo, se fortalece el puntaje gracias al convenio que tiene la EPN con IBM y el soporte en Ecuador que cuenta la empresa, lo cual para el presente proyecto es de gran importancia y es por esto que se ha dado una ponderación relativamente alta.

Las demás suites escogidas son de gran importancia, también, tenemos JBPM y BonitaSoft que se basan en componentes de Java y son de código abierto lo cual las convierte en herramientas poderosas a la hora de considerar el acceso a la información y a la aplicación, pero no poseen soporte específico hacia el cliente. Bizagi y Process Maker de igual forma son suites BPM poderosas, no obstante, para obtener todas sus funcionalidades y soporte es preciso obtener la aplicación pagada.

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA

Como en todo proyecto, es preciso definir un conjunto de métodos que a su vez contengan técnicas y procedimientos ordenados para llevar a cabo la investigación, en otras palabras y como se define en [23], una metodología.

Para el presente trabajo se integra el enfoque para la gestión de procesos de negocios y un enfoque para la informatización de procesos, para el primer enfoque mencionado se sigue una metodología que se basa en el análisis de la información para diseñar una propuesta de mejora del proceso lo cual permite la formalización del mismo, esta metodología se la conoce como ISEA<sup>7</sup> y ha sido desarrollada en [1]. Para el segundo enfoque seguimos la metodología de IBM BPM la cual nos guía de forma ordenada para realizar la implementación de la propuesta de informatización del proceso caso de estudio mediante el modelado, implementación y ejecución del proceso en la Suite de IBM.

A continuación, se describen las metodologías utilizadas para los enfoques mencionados, así como cada una de sus fases y el resultado que se obtuvo después de la aplicación de cada una de estas para nuestro caso de estudio.

#### 2.1 Gestión del Proceso: Metodología ISEA

De acuerdo a [1], la metodología ISEA permite concebir modelos propios de procesos de negocio de una forma sencilla y lúdica, siendo especialmente útil para los procesos de negocio existentes permitiendo la representación, evaluación e identificación de acciones de mejora para dichos procesos. Esta metodología introduce cuatro fases originales: Identificación, Simulación, Evaluación, Mejora y tres fases clásicas: el modelado, ejecución y monitoreo como se puede ver en la **Figura 7** [24].

El enfoque ISEA se basa en el ciclo de vida de BPM tradicional, pero se incluye un subciclo de mejora antes de pasar a la fase de ejecución convencional, con el objetivo de optimizar los procesos anteriores. Tres fases del proceso (simulación, evaluación y mejora) se basan en el concepto de "serious game" (o "juegos serios").

Según [24], los juegos serios son juegos de cualquier índole pero que son diseñados con la finalidad distinta a la del entretenimiento, normalmente tienen un fin educativo donde se obtenga aprendizaje. Los juegos serios fomentan la colaboración, la sana competencia, debates de aprendizaje y contribuyen a transformar las actividades

---

<sup>7</sup> ISEA por sus siglas en francés: Identification, Simulation, Évaluation, Amélioration



rutinarias y el trabajo diario en actividades vibrantes, enérgicas y de aprendizaje. Los juegos serios y una pedagogía activa animan a los usuarios de forma individual y colectiva a participar en proyectos concretos.

El objetivo principal de este juego es motivar a todos los actores, mostrándoles la ganancia potencial de tener una cartografía de procesos en su trabajo diario, especialmente en términos de mejora de los procesos de negocio existentes [1].

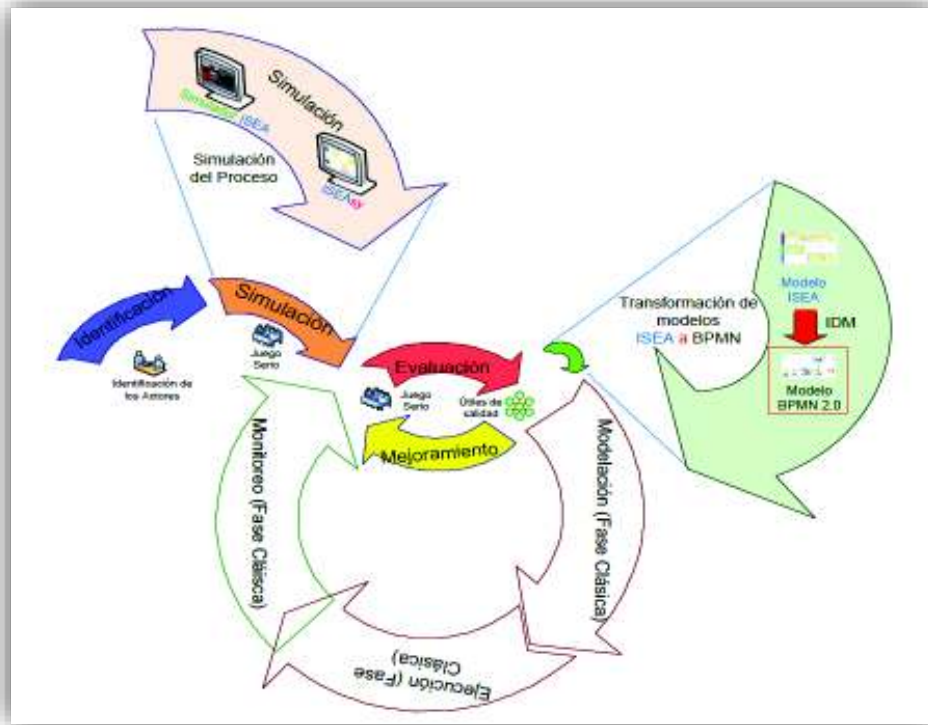


Figura 7 Ciclo de vida del enfoque ISEA [35]

Por otra parte, las fases de evaluación y mejora son compatibles con herramientas de gestión de la calidad, en particular, los diagramas de relaciones y de afinidades juegan un papel importante como se revisaron en el apartado: “Herramientas para la mejora de procesos”.

### Características de la Metodología ISEA

- ✓ Facilita la recolección de información, haciéndola de forma lúdica con un enfoque basado en el juego.
- ✓ Permite anticipar y simular las diversas mejoras posibles antes de ejecutar realmente el proceso, Por lo tanto, las diversas mejoras posibles pueden “reproducirse” tantas veces como sea necesario.

El nombre "ISEA" es la unión de las siglas en francés de las fases del método: Identification, Simulation, Évaluation, Amélioration que en español como ya se mencionó es Identificación, Simulación, Evaluación y Mejora. A continuación, la descripción de cada una de las fases y los resultados obtenidos en nuestro proyecto.

## **Fases de la Metodología ISEA**

### ***I. Fase de Identificación***

#### ***a) Objetivo***

Con esta fase es la que inicia el método y por lo tanto se empieza con la recolección de información del proceso, es por esto que tiene por objetivo identificar a todos los actores que intervienen o juegan un rol dentro del proceso empezando por el iniciador del proceso que es el encargado de identificar a las personas con las que interactúa.

Un actor del proceso es alguien que juega un papel o rol en este proceso. Un actor puede ser una persona, una entidad, un servicio, un sistema informático, etc. [1].

El método ISEA distingue dos tipos de actores de acuerdo a su función en el proceso, actores internos y actores externos:

- Los actores internos tienen una función específica, esencial y determinante en el proceso. En el método los actores internos se representan de forma única y exclusiva para distinguirlos de los demás. Por otra parte, en los diagramas de procesos del método ISEA, los actores internos estarán representados por un carril (lane) exclusivo.
- Los actores externos son considerados entidades o participantes externos al proceso en cuestión. Ellos son vistos como "cajas negras" ya que es generalmente imposible conocer o modificar la organización de sus procesos internos. Los actores externos se representan de una manera específica en el proceso por un lane exclusivo para diferenciarlos.

**b) Etapas de la fase de Identificación**

Esta fase incluye 4 etapas según el análisis realizado durante el proyecto ISEAsy-FIS y documentado en [25] como muestra la **Tabla 5**.

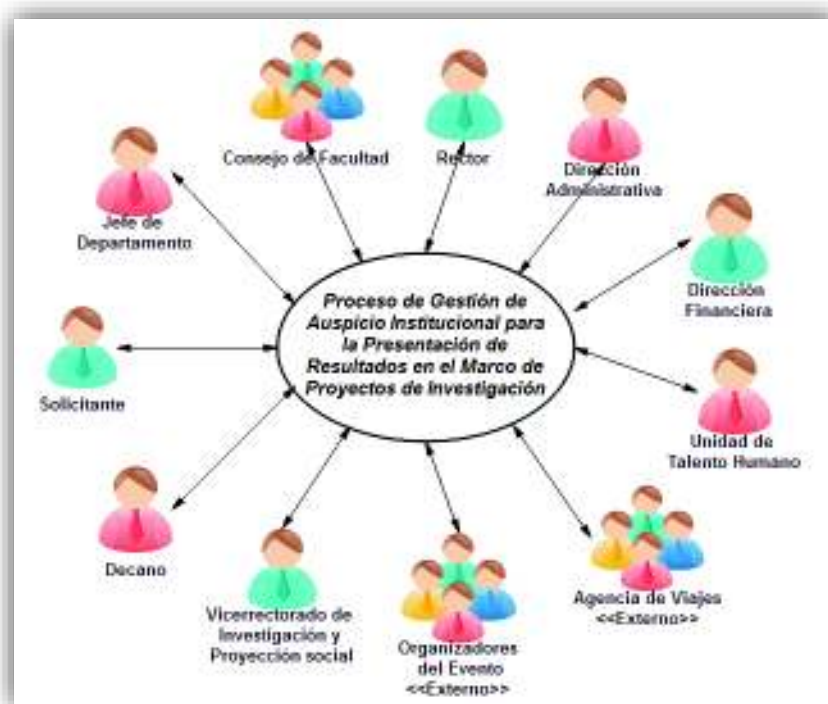
En las presentes etapas es fundamental abastecerse de todo el conocimiento e información relacionada posible sobre el proceso que será objeto de análisis ya que deberá quedar establecido qué personas están involucradas y cómo fluye el proceso de principio a fin. Esto con la finalidad de no tener retrasos de tiempo en la siguiente fase obteniendo esta información.

*Tabla 5 Etapas de la fase de Identificación del método ISEA*

<b>ETAPAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Planificación de la fase de identificación.</b>	Búsqueda de información
	Preparación de la plantilla de identificación del proceso. (alcance, responsables, documentación relacionada al proceso, sistemas informáticos...)
	Realización del ensayo previo entre los miembros del proyecto.
<b>Sesión de trabajo de la fase de Identificación (Entrevista al usuario central)</b>	Denominación del proceso
	Determinación de la actividad de inicio y fin del proceso y su responsable.
	Definición de las condiciones previas del proceso.
	Identificación de la relación con otros procesos.
	Identificación de los roles y actores.
	Identificación del responsable del proceso.
	Verificación de la existencia de documentación del proceso.
<b>Documentación del proceso</b>	Transcripción de la grabación de la entrevista
	Documentación de la plantilla de identificación de información en el manual de procesos.
	Elaboración del manual (Caracterización del proceso)
<b>Elaboración de la convocatoria y confirmar la asistencia de los actores.</b>	Elaboración de la agenda de reuniones.
	Elaboración de las convocatorias.
	Entrega de convocatorias y confirmación de la asistencia de los actores.

c) Resultado de la Fase de Identificación

El resultado de la fase de identificación es una cartografía de todos los actores importantes implicados en el Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación como muestra la **Figura 8**. Esto se obtuvo mediante entrevistas realizadas a los actores principales del proceso, en el **Anexo III**, se muestra el formato original con las que se realizaron.



*Figura 8 Cartografía de roles del proceso  
Elaborado por: El Autor*

Además, mediante la información recopilada en la fase de identificación se puede realizar la caracterización del proceso que principalmente es la identificación de todos los elementos que intervienen en un proceso, estos elementos son: objetivo, responsable, usuarios, actividades, entradas, proveedores y la normativa asociada. En la **Figura 9** se pueden distinguir todos estos elementos.

<b>NOMBRE DEL PROCESO:</b> Gestión de Auspicio institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación.	<b>FECHA:</b> 2017/05
<b>PROPIETARIO DEL PROCESO:</b> Vicerrector de Investigación	
<b>ALCANCE:</b> Auspicio Institucional para Personal Académico Titular según Resolución Administrativa No. 002-2016	

<p><b>ROLES FUNCIONALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Solicitante</li> <li>✦ Decano</li> <li>✦ Jefe de Departamento</li> <li>✦ Vicerrectorado de investigación</li> <li>✦ Consejo de Facultad</li> <li>✦ Rector</li> <li>✦ Dirección Administrativa</li> <li>✦ Dirección Financiera</li> <li>✦ Dirección de Talento Humano</li> <li>✦ Agencia de Viajes</li> <li>✦ Organizador del evento</li> </ul>	<p><b>PROCESO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Solicitar información de requisitos para obtención de auspicio institucional</li> <li>✦ Realizar memo de solicitud de auspicio institucional hacia el Jefe de Departamento y Vicerrectorado de investigación</li> <li>✦ Elaboración de informe de aval de auspicio institucional por parte del Jefe de Departamento</li> <li>✦ Aprobación de auspicio mediante resolución oficial de consejo de facultad</li> <li>✦ Coordinar itinerario de viaje con Gestión Administrativa</li> <li>✦ Completar Formulario de Solicitud de Auspicio Institucional</li> <li>✦ Aprobación por parte del Vicerrectorado de Investigación, elaboración de informe y ficha de proyecto</li> <li>✦ El Rector autoriza, sumilla y remite a talento humano.</li> <li>✦ Elaboración del expediente del proceso que contiene acciones de personal, resolución administrativa, informe técnico de comisión de servicios y memo del personal al Rector</li> <li>✦ Se realiza la compra del pasaje y se realiza la certificación presupuestaria.</li> <li>✦ Se realiza el pago del anticipo de viáticos al exterior y se genera la orden de pago.</li> <li>✦ Al retorno del viaje se realiza el informe de servicios institucionales y se valida información del auspicio.</li> <li>✦ Se realiza el pago de liquidación y se archiva el expediente del proceso.</li> </ul>	<p><b>CLIENTES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Profesor Titular de la FIS que participa activamente en un Proyecto de Investigación</li> </ul>
<p><b>DOCUMENTOS DE ENTRADA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Documentos relacionados al evento (Invitación, Inscripción, etc)</li> <li>✦ Formulario de Solicitud de Auspicio Institucional</li> <li>✦ Memorandum de Solicitud de Auspicio Institucional</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Gestionar las actividades relacionadas con la solicitud, seguimiento y finalización del auspicio institucional para la presentación de resultados en el marco de proyectos de investigación dentro y fuera del país basado en el marco legal relacionado al proceso.</li> </ul>	<p><b>DOCUMENTOS DE SALIDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Certificado de Participación Oficial del evento</li> <li>✦ Aprobación de Liquidación</li> <li>✦ Informe de Servicios Institucionales</li> <li>✦ Expediente del Proceso de obtención de Viáticos</li> <li>✦ Solicitud de orden de pago</li> <li>✦ Registro de Liquidación en el sistema eSIGEF</li> <li>✦ Acciones de Personal</li> <li>✦ Resolución administrativa</li> <li>✦ Informe técnico de comisión de servicios</li> <li>✦ Memorandum de Personal al Rector</li> <li>✦ Anticipo de viáticos al exterior</li> </ul>
<p><b>SISTEMAS INFORMÁTICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Sistema de Gestión Documental QUIPUX</li> <li>✦ Sistema Integrado de Gestión Financiera (eSIGEF)</li> </ul>	<p><b>NORMATIVA VIGENTE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Reglamento De Régimen Académico</li> <li>✦ Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor e Investigador del Sistema de Educación Superior</li> <li>✦ Norma Técnica para el Pago de Viáticos y Movilizaciones dentro del País para las y los Servidores en las Instituciones del Estado (Acuerdo Ministerial No. Mdt-2016-0082)</li> <li>✦ Reglamento Para El Pago De Viáticos, Movilizaciones Y Subsistencias En El Exterior Para Las Y Los Servidores Públicos (Acuerdo No. Mrl-2011-00051)</li> <li>✦ Estatuto De La Escuela Politécnica Nacional</li> <li>✦ Normativo Para La Presentación De Proyectos De Investigación</li> <li>✦ Resolución Administrativa No. 002-2016</li> </ul>	<p><b>RESULTADO DEL PROCESO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Informe de Auspicio Institucional</li> <li>✦ Participación de Personal Académico Titular en eventos relevantes de investigación científica</li> </ul>

*Figura 9 Caracterización del Proceso  
Elaborado por: El Autor*

## II. Fase de Simulación

### a) Objetivo

Como su nombre lo indica en esta fase se realiza una simulación del proceso donde intervienen todos los actores previamente identificados en la fase anterior y haciendo uso de los juegos serios. *“El objetivo de la fase de simulación es obtener, de manera lúdica y cooperativa, una descripción de las actividades realizadas y los documentos intercambiados durante el desarrollo del proceso de negocio a través del juego de roles, los diferentes actores funcionales intervienen en el proceso con el fin de establecer y fijar la descripción del proceso.”* [1]

### b) Etapas de la Fase de Simulación

Esta fase se constituye de 4 etapas donde lo fundamental se centra en la participación de los actores del proceso, por lo que instituiría un gran inconveniente cuando los actores no estén presentes o cuando ninguna persona pueda desempeñar el rol que cumple dicho actor. Otro punto importante es la disposición de los actores a interactuar entre ellos de forma abierta, lúdica y paciente ya que muchas veces existe resistencia al cambio de parte de ciertos involucrados en el proceso.

A continuación se presenta una tabla (Ver **Tabla 6**) de las etapas de la fase de simulación tomada de [1].

Tabla 6 Etapas de la fase de Simulación

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
<b>Planificación de la fase de simulación.</b>	Preparación de la presentación de la fase de simulación.
	Preparación de la plantilla de simulación.
	Realización del ensayo previo entre los miembros del proyecto.
<b>Sesión de trabajo de la fase de simulación</b> <b>Sesión de trabajo de la fase de simulación</b>	Introducción a la sesión de trabajo de simulación de procesos AS-IS <sup>8</sup> explicando los objetivos.
	Identificación del escenario en el que se desenvuelve el proceso.
	Asignación de roles a los participantes.
	Presentación de elementos y reglas de juego.

<sup>8</sup> AS-IS: Levantamiento de procesos actuales

	Ejecución de la evaluación participativa del proceso.
<b>Retroalimentación de la fase de simulación</b>	Depuración y consolidación de la información en la plantilla de simulación del proceso.
<b>Documentación del proceso</b>	Profundización de la información en la plantilla de simulación del proceso.
	Obtención de los documentos que circulan en el proceso.
	Obtención de formularios del sistema informático.
	Obtención de la normativa asociada al proceso.
	Digitalización y codificación de los documentos que circulan en el proceso.
	Transcripción de la grabación de la sesión de trabajo.
	Documentación de la información de la plantilla de simulación.
	Documentación de la información de la plantilla post simulación.
	Elaboración del diagrama ISEA de situación actual del proceso.
Elaboración del manual.	

**c) Resultado de la Fase de Simulación**

El resultado de la fase de Simulación es un diagrama de procesos en el que mediante el juego de simulación o también llamado juego de roles, se obtuvo una descripción de las actividades realizadas y los documentos intercambiados durante el desarrollo del proceso. A continuación, se presentan las reglas del juego de simulación:

Las reglas del juego se establecen para cada tipo de participante que puede existir dentro del juego, tal como se ha expuesto en la **Tabla 7**:

*Tabla 7 Reglas del Juego de Simulación (Adaptado de [1])*

<b>Participante</b>	<b>Reglas</b>
Animador	✓ Una partida de juego cuenta con un animador o facilitador quien es responsable de la simulación y tiene el derecho de cambiar el proceso.
Actores Internos	✓ Dentro de la partida participan los actores identificados durante la fase de identificación, que representa las funciones de los actores internos del proceso.



Actores Externos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El facilitador desempeña el rol de los actores externos durante la partida.</li> <li>✓ Un participante del juego también puede actuar como un actor externo si fuera necesario.</li> </ul>
Todos los participantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un participante está representado en el juego por un avatar y un color que lo identifica exclusivamente.</li> <li>✓ Cada participante se interpreta a sí mismo en la vida real.</li> </ul>

Además, se define las actividades que se realizan dentro del juego de simulación y que se encuentran explicadas dentro de la **Tabla 8**.

*Tabla 8 Actividades de los actores dentro del juego de simulación*





<b>❖ Acciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un participante anota todas las acciones que se deben efectuar durante el proceso en un post-it amarillo sobre un pliego de papel blanco.</li> <li>✓ Un participante hace una o más flechas para representar a quién le pasa la mano.</li> <li>✓ Las acciones consisten en un verbo en primera persona del singular (por ejemplo, yo solicito), un medio (por ejemplo, por e-mail) y si es necesario un documento (por ejemplo, una partida presupuestaria).</li> </ul>
<b>❖ Pasar la mano</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cada vez que un participante termina su intervención, el indica a quien quiere pasar la mano.</li> <li>✓ Una vez que el participante pasa la mano, debe esperar su turno para hablar de nuevo.</li> </ul>
<b>❖ Las flechas de color</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las actividades y las flechas entre las actividades realizadas por un participante son designadas con un color para poder ser identificadas.</li> </ul>
<b>❖ Interactuar con los roles externos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Si es necesario recurrir a un actor externo, el animador coloca un post-it de color rosa, si ninguna acción se observa en el post-it, sólo el nombre del actor externo y los documentos pueden circular o aparecer en un post-it rosa.</li> </ul>
<b>❖ Los documentos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para crear un documento los participantes llenan una ficha descriptiva del documento y la colocan sobre un post-it.</li> <li>✓ Cuando se utiliza un documento por primera vez en el juego de roles, se tiene que pegar una etiqueta de color para representar la creación del documento dentro del proceso.</li> <li>✓ Si un participante necesita un documento creado con anterioridad, se pega sobre su post-it una etiqueta del color del documento para representar la ruta del documento.</li> </ul>



❖ Fin de la participación y de la partida	
✓	El participante que ya no tiene que jugar (se considera que su función se ha completado) se le indica mediante la colocación de una señal de alto en su último post-it.
✓	Cuando el juego ha terminado, el facilitador registra la partida de juego y la reproducida para usarla en la siguiente fase.

La metodología ISEA propone varios elementos distintivos para realizar el juego de simulación con la finalidad de hacerlo más comprensible, flexible y visual a los participantes del juego. En la **Tabla 9** se presenta los elementos más importantes durante la simulación.

*Tabla 9 Elementos para el juego de Simulación*

Elementos	Representación	Descripción
Post-it Amarillo		Representa las actividades de un actor interno del proceso.
Post-it Rosa		Representa la intervención de un actor externo en el proceso.
Flechas de color		Representa el flujo de secuencia de las actividades del proceso.
Documento		Representa el documento que se necesita para ejecutar una actividad y/o el documento producido por la misma.
Reloj		Representa un evento de tiempo específico que desencadena una actividad.
Ciclo		Representa una actividad que se repite.
Stop		Representa el final de la participación de un actor dentro del proceso.
Pastilla de color		Representa el uso de un documento en una actividad.

Mediante las figuras o elementos descritos en la Tabla anterior se determina e ilustra el flujo del proceso con la ayuda de cada actor que interviene en el mismo y que está muy cerca de ser un diagrama básico BPMN el cual se estudiará más adelante. A este diagrama se lo llama ISEA y tiene la particularidad de estar diseñado de manera colaborativa y lúdica a través del juego de roles de los actores funcionales del proceso.

En la **Figura 10** consta el Diagrama ISEA para el Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación que se obtuvo al finalizar la fase de simulación y que se lo representó en la herramienta Microsoft Visio con los mismos elementos que se describieron anteriormente.

Como evidencia de la fase de simulación realizada en el presente proyecto se adjunta en el **ANEXO IV** el diagrama firmado y aprobado por los actores que participaron de esta sesión de trabajo.

La simulación mediante los juegos serios nos ayuda a obtener un gran entendimiento de lo que realiza el proceso de negocio y qué producto obtiene, sin embargo, se debe realizar una evaluación con el fin de depurar cualquier error y optimizar el flujo del proceso, por esta razón la siguiente fase del método ISEA es precisamente la fase de evaluación que se describe en el siguiente punto.

PROCESO PARA LA GESTIÓN DE AUSPCIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

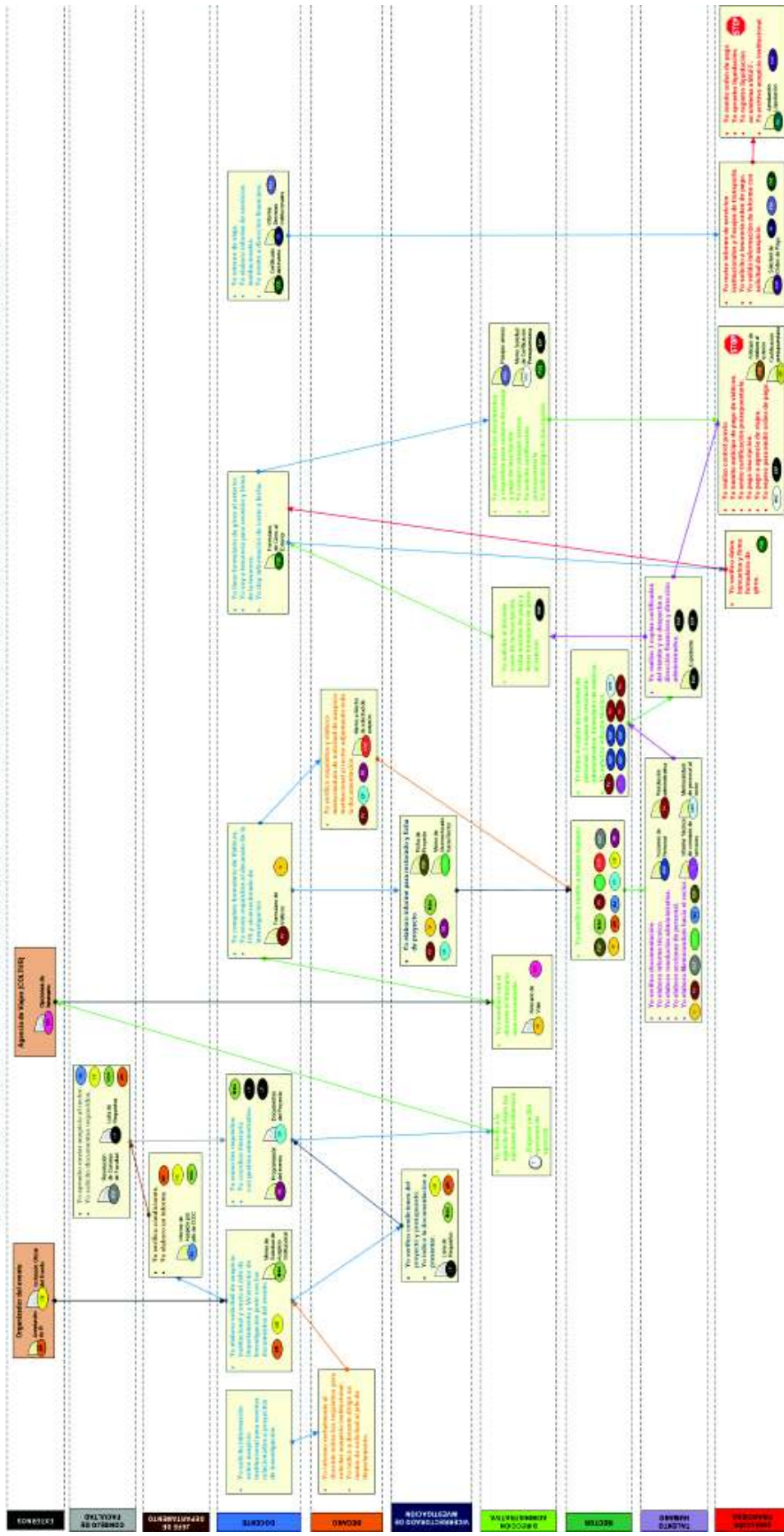


Figura 10 Diagrama ISEA para el Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación  
Elaborado por: El Autor

### III. Fase de Evaluación

#### a) Objetivo

Al finalizar la simulación se encontrarán muchas dificultades que pueden entorpecer el flujo del proceso y que pueden mejorarse tomando alguna acción de mejora propuesta por uno de los involucrados del proceso. Para esto se construyó una fase donde se evalúe el proceso actual y además se propongan medidas para los problemas encontrados siguiendo el mismo enfoque que en la fase anterior con el juego de roles.

La fase de evaluación tiene como objetivo continuar el juego de roles con los actores funcionales del proceso, con el fin de detectar las dificultades encontradas por los actores durante el proceso y proponer las posibles acciones de mejora. La fase de evaluación está fuertemente inspirada en los métodos y herramientas de la gestión de la calidad, en particular, el diagrama de relaciones juega un papel preponderante. [1]

#### b) Etapas de la Fase de Evaluación

Siguiendo la descripción de la fase de evaluación tenemos 2 puntos relevantes: la identificación de dificultades y la identificación de acciones de mejora. A continuación. En la **Tabla 10** se describe las 4 etapas de la fase de evaluación.

Tabla 10 Etapas de la fase de evaluación

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
Planificación de la fase de evaluación.	Elaboración de la agenda de reuniones.
	Elaboración de las convocatorias.
	Entrega de convocatorias y confirmación de la asistencia de los actores.
	Preparación de la presentación de la fase de evaluación.
	Preparación del diagrama ISEA de situación actual del proceso individual, y un diagrama general del proceso para que todos los participantes identifiquen las dificultades consensuadas.
	Preparación de la plantilla de identificación de dificultades.
	Preparación del material y equipo para la reunión.
	Realización del ensayo previo de la fase de evaluación

	entre los miembros del proyecto.
<b>Sesión de trabajo de la fase de simulación</b> <b>Sesión de trabajo de la fase de simulación</b>	Reunión de evaluación con los participantes. (Ver procedimiento de la sesión de trabajo).
<b>Retroalimentación de la fase de evaluación.</b>	Depuración y consolidación de la información obtenida durante la etapa de evaluación.
<b>Documentación del proceso</b> <b>Documentación del proceso</b>	Elaboración del diagrama ISEA del proceso validado.
	Transcripción de la grabación de la sesión de trabajo.
	Verificación de la información de las dificultades identificadas en el proceso de evaluación con los actores.
	Documentar la información de la plantilla de identificación de dificultades.
	Documentar la lista de dificultades consensuadas, de manera detallada.
	Elaboración del manual.

**c) Resultado de la Fase de Evaluación**

Los resultados se obtienen después de llevar a cabo los procedimientos de sesión de trabajo descritos en la **Tabla 11** y los procedimientos para la identificación de acciones de mejora descritos en la **Tabla 12**.

*Tabla 11 Procedimientos de la Sesión de trabajo*

<b>Procedimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Se comunica</b>	El diagrama de proceso ISEA, producto de la fase de simulación, se muestra a todos los participantes, para recoger sus puntos de vista sobre la representación propuesta y la coherencia con respecto a su conocimiento del proceso.
<b>Identificación de dificultades</b>	El objetivo aquí es identificar las dificultades que enfrentan los diferentes actores del proceso. De manera individual, se invita a los participantes a señalar donde encontraron dificultades. Una dificultad tiene una etiqueta y el nombre del actor quien colocó esta dificultad.

<b>Agrupar las dificultades</b>	Después del trabajo individual, el facilitador propone agrupar las dificultades similares por categorías. Los participantes discutirán las dificultades encontradas para obtener varios grupos. Una vez completado el reagrupamiento, el facilitador propone un lenguaje de consenso para identificar las dificultades de forma general. Es posible en cualquier momento que los actores modifiquen los grupos de dificultades. Un grupo de dificultades se llamó posteriormente dificultad (consensual).
---------------------------------	---

Tabla 12 Procedimiento para identificar acciones de mejora

Procedimiento	Descripción
<b>Identificación de acciones de mejora</b>	El facilitador solicita una lluvia de ideas en silencio para reflexionar sobre las posibles acciones de mejora para resolver las dificultades. La pregunta de la lluvia de ideas es "¿Qué acciones son necesarias tomar para mejorar las dificultades?". Cada participante llena un post-it con la acción propuesta.
<b>Agrupamiento de acciones de mejora</b>	Como para las dificultades, el animador propone después del trabajo individual el agrupamiento de acciones de mejora utilizando un diagrama de afinidades. Cuando el agrupamiento termina, el facilitador propone un lenguaje de consenso para identificar las acciones de mejora. Los actores pueden proponer todos los grupos de mejora que sean necesarios.
<b>Organización de las acciones de mejora</b>	El objetivo aquí es determinar las prioridades entre las diferentes acciones de mejora utilizando un diagrama de relaciones. Cada participante es invitado a responder la siguiente pregunta: ¿Es útil la acción A, para realizar la acción B? En función de la mayoría de respuestas, el animador traza una flecha entre las acciones A y B si A es útil para B, y nada sino lo es. El número de entradas y salidas de cada acción permite determinar el orden de ejecución de las acciones de mejora. El orden obtenido es parcial, algunas acciones pueden ser independientes de los demás.

Los resultados obtenidos después de la fase de evaluación son una lista de las dificultades consensuales evidenciadas en la **Tabla 13** y una lista de acciones de mejora como se muestra en la **Tabla 14** en orden de prioridad. Además, como se describió en las etapas de la fase de evaluación se usa el brainstorming para la obtención de dificultades y acciones de mejora consensuadas y para que los participantes establezcan la prioridad de las acciones de mejora utilizamos un diagrama de relaciones.

A continuación, en la **Tabla 13** se presenta la lista de dificultades obtenidas a través de la lluvia de ideas para el Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación.

*Tabla 13 Lista de dificultades encontradas*

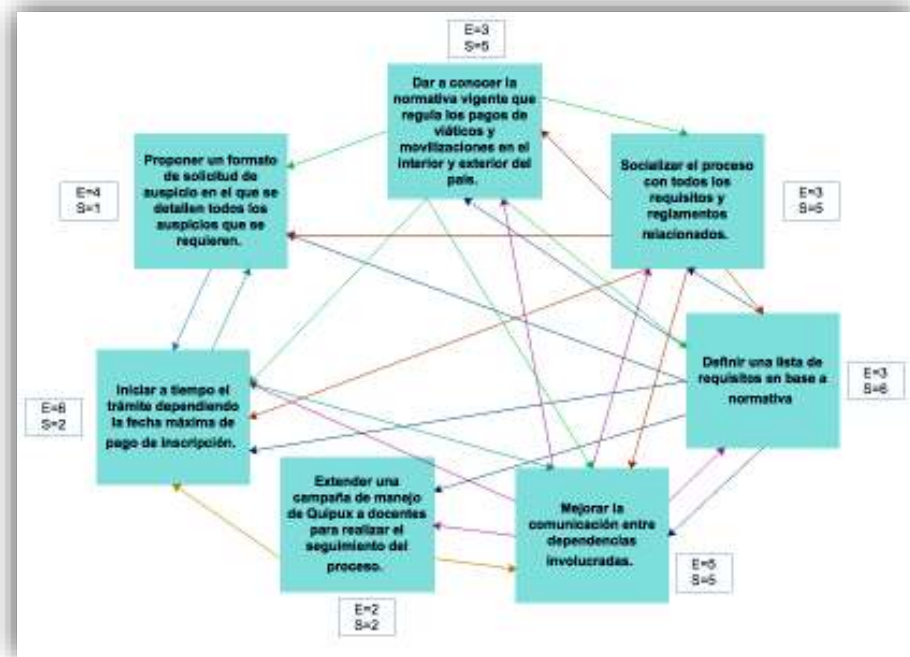
<b>SECUENCIA</b>	<b>DIFICULTADES</b>
1	No existe una lista de requisitos definida y aprobada.
2	Retardo del proceso y desorganización en entrega de documentos.
3	Estancamiento del proceso por falta de conocimiento del procedimiento.
4	Se otorga auspicio institucional sin cumplir con requisitos.
5	No se detalla todo lo que debe incluir el auspicio institucional.
6	Desconocimiento de la normativa vigente por parte de los actores funcionales del proceso.
7	No se realiza seguimiento del proceso.

En la **Tabla 14** consta la lista de acciones de mejora obtenidas para las dificultades identificadas.

*Tabla 14 Lista de acciones de mejora*

<b>SECUENCIA</b>	<b>MEJORAS</b>
1	Definir una lista de requisitos en base a normativa.
2	Proponer un formato de solicitud de auspicio en el que se detallen todos los auspicios que se requieren.
3	Iniciar a tiempo el trámite dependiendo la fecha máxima de pago de inscripción.
4	Mejorar la comunicación entre dependencias involucradas.
5	Dar a conocer la normativa vigente que regula los pagos de viáticos y movilizaciones en el interior y exterior del país.
6	Socializar el proceso con todos los requisitos y reglamentos relacionados.
7	Extender una campaña de manejo de Quipux a docentes para realizar el seguimiento del proceso.

Los grupos posibles de acciones de mejora que permiten resolver las dificultades encontradas en el proceso son el punto de partida de la siguiente fase de acuerdo con la clasificación obtenida a través del diagrama de relaciones que se muestra en la **Figura 11** y que permitió identificar la priorización de las acciones de mejora dependiendo el número de entradas (E) y el número de salidas (S) de cada acción.



*Figura 11 Diagrama de relaciones de las acciones de mejora identificadas  
Elaborado por: El Autor*

En la siguiente tabla (ver **Tabla 15**) se presenta el resumen de la información que nos proporciona el diagrama de relaciones presentado en la figura anterior.



Tabla 15 Priorización de acciones de mejora

N°	ACCIONES DE MEJORA	Entradas	Salidas	Prioridad
1	Definir una lista de requisitos en base a normativa.	3	6	1
2	Proponer un formato de solicitud de auspicio en el que se detallan todos auspicios que se requieren.	4	1	3
3	Iniciar a tiempo el trámite dependiendo la fecha máxima de pago de inscripción.	6	2	4
4	Mejorar la comunicación entre dependencias involucradas.	5	5	2
5	Dar a conocer la normativa vigente que regula los pagos de viáticos y movilizaciones en el interior y exterior del país.	3	5	2
6	Socializar el proceso con todos los requisitos y reglamentos relacionados.	3	5	2
7	Extender una campaña de manejo de Quipux a docentes para realizar el seguimiento del proceso.	2	2	5

#### IV. Fase de Mejora

##### a) Objetivo

Después de haber obtenido en la fase de evaluación una lista de dificultades con sus respectivas acciones de mejora en orden prioritario, es necesario aplicarlas sobre el proceso de negocio, por lo cual esta fase tiene como objetivo repetir el proceso aplicando las diversas medidas de mejora propuestas y siguiendo coherentemente con el orden de prioridad.

Los participantes recrean el proceso a partir de la representación del proceso inicial obtenido en la fase de simulación, cada participante modifica sus actividades imaginando que se aplica la acción de mejora. Las actividades iniciales del proceso pueden ser modificadas o eliminadas, y pueden aparecer nuevas actividades. Si una nueva dificultad se destaca por un participante, el facilitador puede decidir añadir a la lista de las dificultades existentes.

Varias iteraciones de simulación, evaluación y mejora pueden ser necesarias para identificar cuantitativamente el impacto de las acciones de mejora en el proceso. [1]

**b) Etapas de la Fase de Mejora**

Dentro de la fase de mejora se identifican 4 etapas, como se puede ver en la **Tabla 16**, en las que se elige la acción de mejora según la prioridad establecida en la fase de evaluación, luego se recrea el proceso con la acción de mejora aplicada y finalmente se valora el resultado que trascendió.

*Tabla 16 Etapas de la fase de mejora*

<b>ETAPAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Planificación de la fase de mejoramiento.</b>	Preparación de los diagramas ISEA de situación actual del proceso para cada participante.
	Preparación del material y equipo necesario para la reunión.
	Preparación de la plantilla de medición de impacto de las acciones de mejora sobre las dificultades.
	Realización del ensayo previo entre los miembros del proyecto
<b>Sesión de trabajo de la fase de mejoramiento.</b>	Recapitular las dificultades consensuadas y las acciones de mejora priorizadas.
	Introducción a la sesión de trabajo de mejoramiento del proceso, explicando los objetivos.
	Ejecución del mejoramiento del proceso.
<b>Retroalimentación de la fase de evaluación.</b>	Depuración y consolidación de la información obtenida durante la fase de mejoramiento.
<b>Documentación del proceso</b>	Transcripción de la grabación de la sesión de trabajo.
	Digitalización de la plantilla de medición de impacto de las acciones de mejora.
	Digitalización del diagrama ISEA del proceso mejorado
	Elaboración del manual.

**c) Resultado de la Fase de Mejora**

Los resultados que obtenemos en esta fase se logran después de la ejecución de los procedimientos de la sesión de trabajo de la fase de mejora que se describe en la **Tabla 17**.

*Tabla 17 Procedimientos de la sesión de trabajo de la fase de mejora*

<b>Procedimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Elección de una acción de mejora</b>	A partir del orden de prioridad de las acciones establecidas en el diagrama de relaciones de la fase anterior, se elige una acción de mejora. Se entabla una discusión para especificar concretamente la ejecución y las consecuencias de esta acción de mejora.
<b>Recrear el proceso</b>	Los participantes recrean el proceso a partir de la representación del proceso inicial obtenida durante la fase de simulación, cada participante modifica sus actividades imaginando que se aplica la acción de mejora. Las actividades iniciales del proceso pueden ser modificadas o eliminadas, y pueden aparecer nuevas actividades. Si una nueva dificultad se destaca por un participante, el facilitador puede decidir añadir a la lista de las dificultades existentes.
<b>Notación de la acción de mejora</b>	Cada participante va a votar según el grado de satisfacción de la acción de mejora. Para cada dificultad, la pregunta es siguiente: "Gracias a esta acción de mejora, la dificultad está: ¿Resuelta completamente? ¿parcialmente resuelta? ¿Un poco resuelta? ¿No está resuelta?" La puntuación se pondera por el nivel de importancia de la dificultad.

Al finalizar la última fase del método ISEA lo que conseguimos es una representación de un proceso "óptimo", donde se aplicaron varias acciones de mejora y que alcanzan un grado satisfactorio alto ponderado por el nivel de importancia de la dificultad. A partir de esta representación, la organización puede decidir aplicar o no las acciones de mejora y luego iniciar la fase de modelado, ejecución y de monitoreo.

Por lo tanto, concluida la evaluación y el análisis de las propuestas de mejora se obtiene el diagrama ISEA optimizado para el proceso de Gestión de Auspicio institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de investigación.

A continuación, en la **Figura 12** se presenta el diagrama ISEA mejorado. En esta nueva versión se proponen algunas mejoras tomando en cuenta la propuesta por los actores funcionales del proceso.

- Una de las propuestas es mantener un orden en la ejecución de actividades al momento de la aprobación de la solicitud, ya que actualmente se realizaban tramites paralelos en el VIPS y en el DICC por lo que, si uno de estos no favorecía la solicitud, se perdía todo el trámite del otro.
- Se incluyeron todos los documentos necesarios (Lista de requisitos) desde la primera actividad del proceso, para que el solicitante reúna todos los documentos habilitantes incluso antes de enviar la solicitud de auspicio institucional.
- También se consideró incluir todos los tipos de auspicio que requiera el docente solicitante desde la actividad en la que solicita itinerarios de viaje, estos pueden ser alojamiento y/o inscripción.
- Finalmente, se incluyó una actividad para el VIPS en la cual, en calidad de responsable del proceso, se encarga de dar a conocer la autorización del rector a los demás actores funcionales.

Después de llevar a cabo todas las fases de la metodología ISEA se puede formalizar el proceso mediante el manual que contiene una descripción más amplia del estado de situación actual, la identificación de los roles funcionales del proceso, el estudio de la normativa vigente asociada al proceso, la caracterización general, y la descripción detallada de todos los procedimientos específicos identificados en el proceso. Además, se realiza la evaluación del proceso y se describen las acciones de mejora en contra de las dificultades encontradas por los actores funcionales del proceso.

El manual se encuentra adjunto en el **ANEXO V**.



## 2.2 Informatización del Proceso: Enfoque IBM-BPM

Con el fin de desarrollar la propuesta de informatización del proceso mediante el uso de una suite BPM, se toma como base el enfoque de procesos propuesto por la suite BPM de IBM [14]. De la mano con el modelo del proceso se debe establecer un modelo de datos sólido, el mismo que será diseñado y probado en un DBMS. Las interfaces de usuario deberán ser aprobadas por los actores funcionales del proceso y seguido de esto se procederá a la implementación del proceso mediante el gestor de procesos de negocio de la herramienta IBM BPM, el cual permite gestionar desde el modelo del proceso, la base de datos, las interfaces de usuario, hasta el entorno web con el que el usuario final interactuará.

### Ciclo de Vida IBM BPM

El enfoque de gestión de procesos de negocio es reiterativo, ya que se diseña, modela, crea, simula, supervisa y optimiza los procesos de forma regular. Los comentarios que recibe de probar y supervisar los procesos impulsan mejoras continuadas en los flujos de trabajo de la organización. [26]

El siguiente diagrama de la **Figura 13** ilustra las tareas y actividades principales que completan los usuarios para conseguir objetivos empresariales.

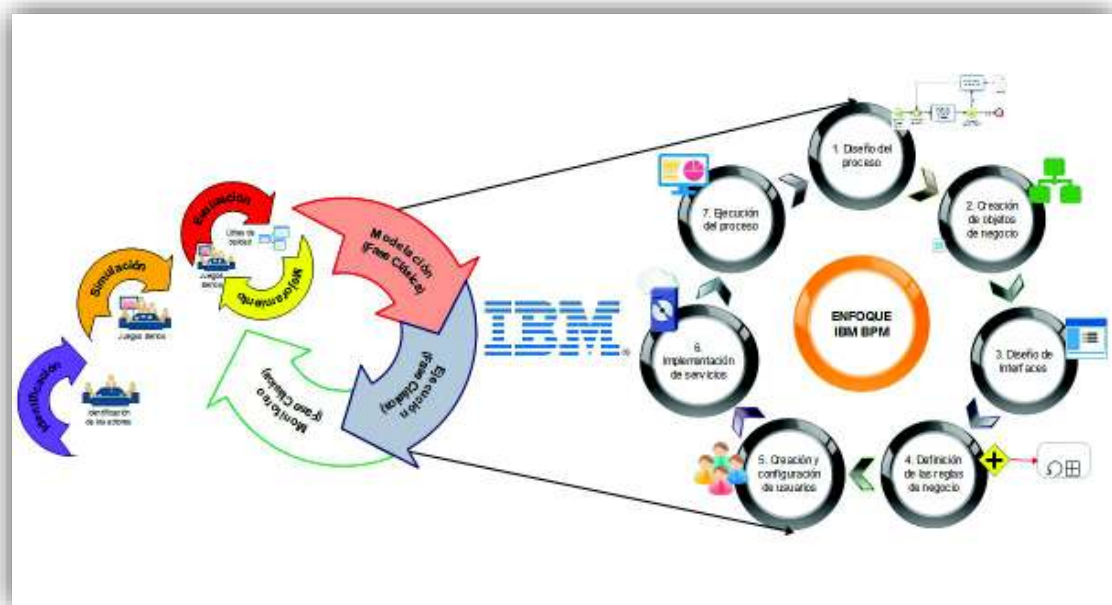


Figura 13 Ciclo de Vida IBM BPM. Adaptado de [26]  
Elaborado por: El Autor

Las fases del ciclo de vida de IBM que se cubren en el presente proyecto se describen a continuación:

### ***Diseño y modelado de procesos***

La fase de diseño y modelado puede incluir el rediseño y remodelado de nuevos procesos en IBM Process Designer para soportar el flujo de trabajo y los objetivos empresariales de la organización. Puede incluir también examinar los procesos existentes para determinar si se deben incluir, ya sea tal cual o con mejoras. El diseño y modelado de procesos lo suelen realizar los analistas de negocio, los analistas de procesos, o ambos.

### ***Desarrollo y prueba de procesos***

Después de que se definen, diseñan y modelan los procesos de negocio, se deben implementar. La fase de desarrollo de procesos se centra en añadir las actividades, los servicios, los sucesos, las interfaces de usuario, los objetos de negocio y otros artefactos necesarios para cada proceso.

Para desarrollar satisfactoriamente los procesos de negocio, tiene que integrar la prueba (o reproducción) en los esfuerzos de desarrollo.

### ***Despliegue de proceso***

Después de que se han implementado y probado los procesos, despliéguelos en el entorno de tiempo de ejecución, donde los clientes o empleados pueden utilizarlos. Si tiene módulos de servicio que no forman parte de una aplicación de proceso y que están preparados para su uso en el entorno de ejecución, despliéguelos utilizando el programa de utilidad serviceDeploy o la consola administrativa.

## Diseño, implementación y ejecución del proceso según IBM BPM

Con el propósito de realizar las etapas de diseño e implementación del proceso de forma ordenada u organizada, IBM BPM nos proporciona varias fases o pasos que se deben seguir. A continuación, en la **Figura 14** se destacan los 7 pasos que van desde el diseño del flujo del proceso hasta la ejecución del mismo que están contenidas en las dos primeras etapas del ciclo de vida revisado anteriormente.



*Figura 14 Fases para el diseño, implementación y ejecución del proceso  
Elaborado por: El Autor*

IBM BPM cuenta con una herramienta llamada IBM Process Designer la cual permite representar diagramas de procesos con la notación BPMN 2.0, crear objetos de negocio basados en el modelo conceptual de datos, elaboración de formularios, definición de reglas de negocio o implementación de servicios de decisión y la configuración de servicios. Además, IBM BPM proporciona la creación y asignación de usuarios por medio del Process Admin Console y la ejecución de los procesos mediante el Process Portal que son herramientas ya incluidas y que gracias a sus funcionalidades permiten una mejor gestión de los procesos. A continuación, se realiza una descripción y se muestran los resultados obtenidos después de ejecutar cada fase del diseño, implementación y ejecución del proceso.



## I. Fase 1: Diseño del proceso



Figura 15 Paso 1 - Diseño del proceso  
Elaborado por: El Autor

### a) Descripción:

En la primera fase se procede a realizar la definición del proceso (Ver **Figura 15**), el flujo del proceso y los subprocesos que se requieran siguiendo el estándar BPMN 2.0 presentado en el primer capítulo del presente documento.

El flujo se establece siguiendo el diagrama ISEA obtenido en la fase de mejora del proceso.

***b) Resultados:***

En la **Figura 16** se muestra el diseño del flujo del proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de investigación y en la **Figura 17** se muestra el flujo del subproceso de Gestión de Movilización, Alojamiento y/o inscripción.

En el flujo del proceso de la **Figura 16** se visualiza que las actividades tienen varios colores esto es porque se ha clasificado según los procedimientos específicos descritos en el manual del proceso:

- **Actividad de color Verde:** Pertenece a las actividades que se realizan en el procedimiento de solicitud de auspicio institucional para la presentación de resultados en el marco de proyectos de investigación.
- **Actividad de color Naranja:** son las actividades que pertenecen al procedimiento de autorización de auspicio institucional para la presentación de resultados en el marco de proyectos de investigación.
- **Actividad de color purpura:** se refiere a las actividades que representan subprocesos.
- **Actividad de color azul:** representan las actividades que pertenecen al procedimiento específico de gestión de viaje para la presentación de resultados en el marco de proyectos de investigación, que son todas las actividades que se encuentran en el subproceso.
- **Actividad de color rojo:** son aquellas actividades que pertenecen al procedimiento específico de gestión de retorno del viaje.

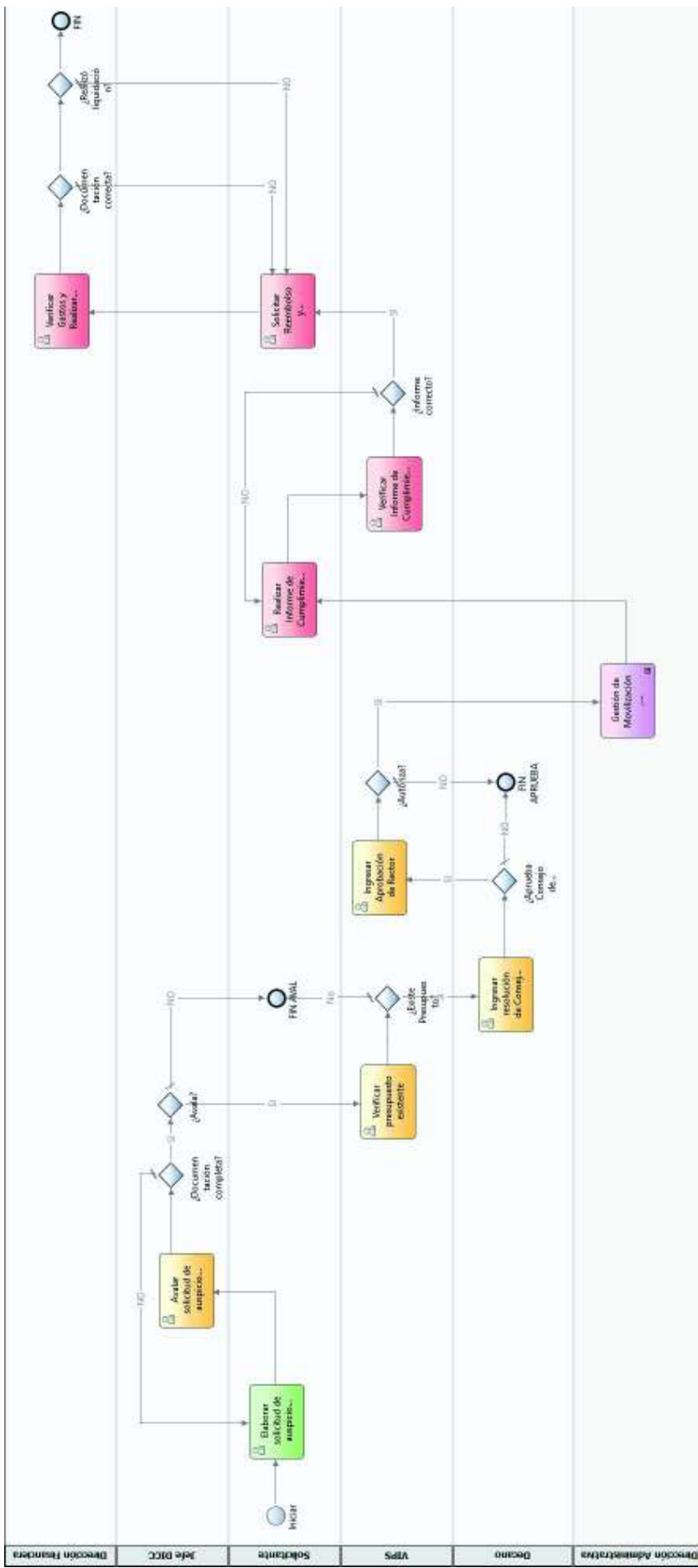


Figura 16 Diseño del flujo del proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación. Elaborado por: El Autor

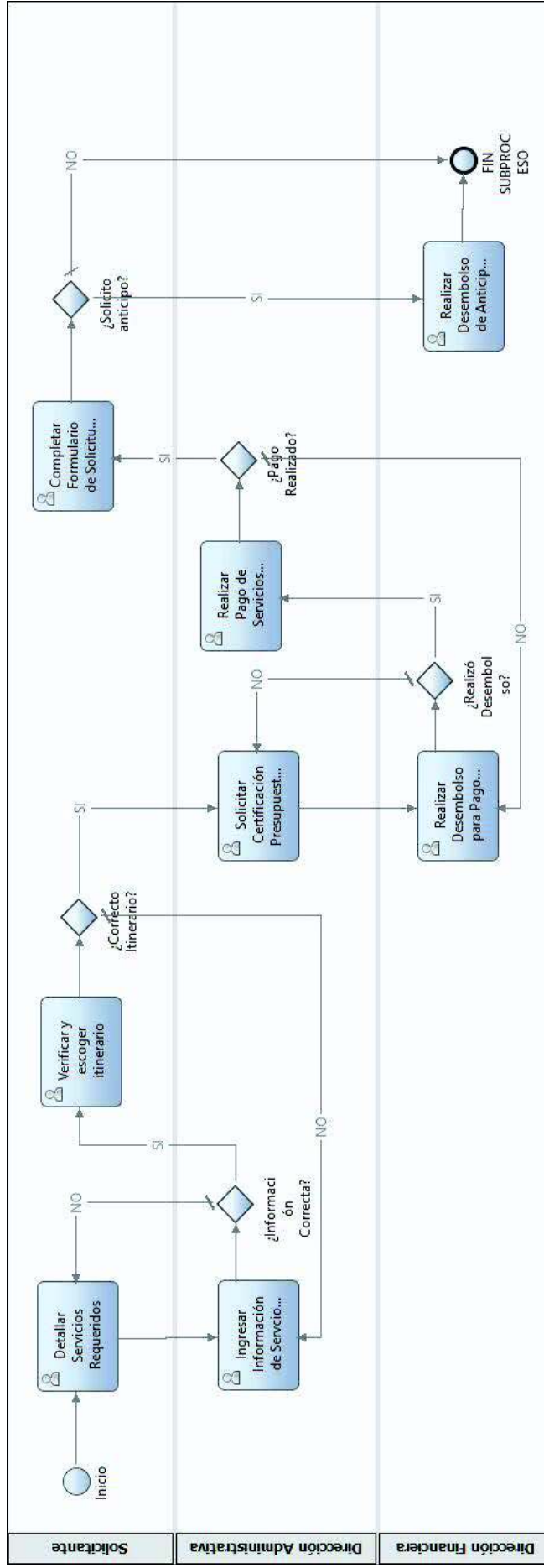


Figura 17 Flujo del subproceso de Gestión de Movilización, Alojamiento y/o inscripción.  
Elaborado por: El Autor

## II. Fase 2: Creación de los objetos de negocio



Figura 18 Paso 2 - Creación de los objetos de negocio

Siguiendo el enfoque de IBM BPM, se presenta la fase 2 como indica la **Figura 18**.

### a) Descripción:

En esta fase se establecen los objetos de negocio que sean necesarios para la implementación del proceso de negocio. De acuerdo con [27], “*un objeto de negocio es un objeto que tiene un conjunto de atributos y valores, operaciones y relaciones con otros objetos de negocio. Los objetos de negocio contienen datos de negocio y conforman el comportamiento del negocio.*”

A diferencia de un objeto de negocio, un objeto de base de datos no modifica el comportamiento. Un objeto de base de datos es una entidad de software autónoma que consta de datos y funciones para manipular datos. Un objeto de negocio puede contener uno o más objetos de base de datos.

El objetivo primario de un objeto de negocio es mantener los datos que se evalúan por las reglas de suceso en el tiempo de ejecución. Los datos que rellenan el objeto de negocio no existen en las aplicaciones empresariales, pero normalmente no existen en un único registro o estructura.

***b) Resultados:***

Para la creación de los objetos de negocio es preciso haber creado un modelo de base de datos y un origen de datos (conexión de la base de datos), en **ANEXO VI** se detallan los pasos para realizar la conexión de la base de datos con DB2.

En la **Figura 19** se observa un modelo conceptual de base de datos para el proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación.



Después de tener el modelo de datos establecido se procede a crear todos los objetos de negocio necesarios. En la **Figura 20** se observa un ejemplo del objeto de negocio "Profesor" con los parámetros o variables definidas (id, nombre, facultad, departamento, cargo y cédula).

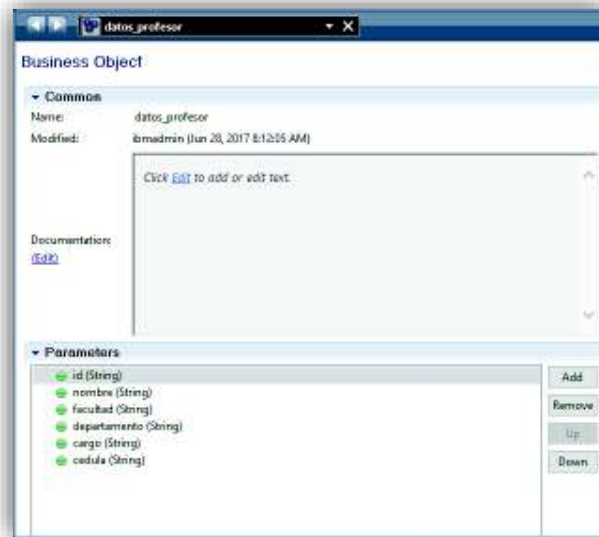


Figura 20 Ejemplo del Proceso de Negocio "Profesor" creado en Process Designer

### III. Fase 3: Diseño de interfaces



Figura 21 Paso 3 - Diseño de Interfaces



La 3era fase del enfoque se realiza el diseño de las interfaces de usuario como indica la **Figura 21**.

**a) Descripción:**

Los usuarios interactúan con las aplicaciones de proceso a través de interfaces de usuario. IBM BPM proporciona una serie de artefactos que puede utilizar para crear estas interfaces de usuario.

Dentro de una aplicación de proceso, las tareas BPD<sup>9</sup> (Business Process Definition) que se implementan como servicios de usuario contienen estas interfaces de usuario. En su propio flujo, cada servicio de usuario contiene al menos un coach. Un coach es una interfaz de usuario que los usuarios pueden ver en un navegador web. El servicio de usuario puede también incluir pasarelas y tareas de script que afectan al flujo de las interfaces de usuario o cambian las variables que se pasan a un coach. [28]

En IBM BPM, los servicios utilizan Coaches y Coaches de herencia para la interfaz de usuario. Un flujo de servicios puede mezclar Coaches y Coaches de herencia para que un tipo pueda fluir hacia el otro. Sin embargo, un Coach no puede contener elementos de un Coach de herencia y los Coaches de herencia no pueden contener Vistas de coach o Coach Views. Es decir, una interfaz de usuario debe ser un Coach o Coach de herencia y no una mezcla de ambos. En la **Figura 22** se muestra la diferencia de apariencia entre los coaches mencionados.



*Figura 22 Diferencia de aspecto de un Coach y un Coach de Herencia*

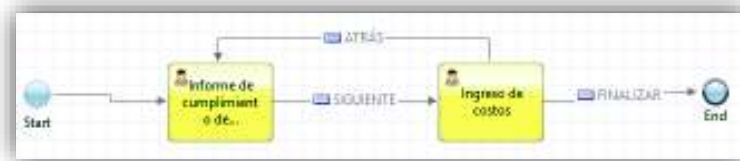
Para el presente proyecto se utilizan los coaches de herencia debido al fácil uso que estos brindan y que no re

---

<sup>9</sup> Una BPD es un modelo reutilizable de un proceso que define los aspectos comunes de todas las instancias de tiempo de ejecución de dicho modelo de proceso. [28]

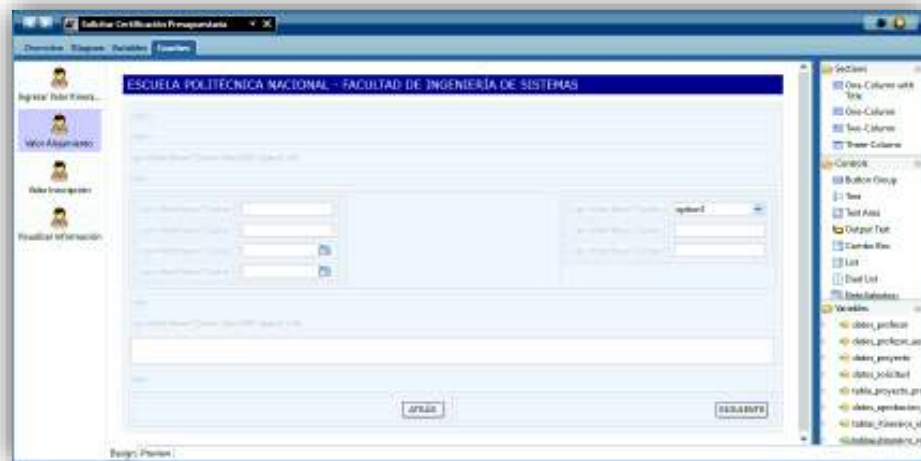
quiere establecer plantillas o definir estilos complejos de diseño en CSS<sup>10</sup> (Cascading Style Sheets) [29] lo cual genera un ahorro de tiempo para propósitos de esta propuesta.

Una vez definidos los coaches que se utilizarán en cada actividad debería verse como muestra la **Figura 23**:



*Figura 23 Coaches dentro de una actividad*

Dentro de cada coach establecemos el diseño de cada interfaz de usuario con los controles que proporciona el Process Designer como se puede observar en la **Figura 24**



*Figura 24 Diseño de interfaces con Process Designer*

### **b) Resultados:**

Como resultado del diseño obtendremos una interfaz similar a la siguiente figura (**Figura 25**):

---

<sup>10</sup> CSS describe cómo se muestran los elementos HTML en la pantalla, en el papel o en otros medios. [29]

AGENCIA POLICÍA NACIONAL - MINISTERIO DE SEGURIDAD DE NICARAGUA

PROCESO: GESTIÓN DE AUSPIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN  
 ACTIVIDAD: SOLICITAR REEMBOLSO Y LIQUIDACIÓN DE GASTOS  
 PASO: 1/2

---

**DATOS DE SOLICITUD**

Decente:	<input type="text"/>	Puesto que Grupo:	<input type="text"/>
Fonohed:	<input type="text"/>	Fecha:	<input type="text"/>
Departamento:	<input type="text"/>	Nº. Solicitud:	<input type="text"/>
C.C. o Pasaporte:	<input type="text"/>	Código del Proyecto:	<input type="text"/>

---

**DATOS DEL VIAJE**

País:	<input type="text"/>	Tipo de Servicio Requerido:	<input type="text"/>
Gratid:	<input type="text"/>	Cesta Estímulo para los Servicios	<input type="text"/>
Fecha de Salida:	<input type="text"/>	Requeridos:	<input type="text"/>
Fecha de Llegada:	<input type="text"/>	Personas Solicitantes:	<input type="text"/>

---

**INFORME DE ACTIVIDADES Y PRODUCTOS ALCANZADOS**

Nombre	Actividad y Productos

Figura 25 Resultado del diseño de interfaces

**IV. Fase 4: Definición de reglas de negocio**



Figura 26 Paso 4 - Definición de las reglas de negocio

La **Figura 26** indica el paso actual que corresponde al enfoque IBM BPM.

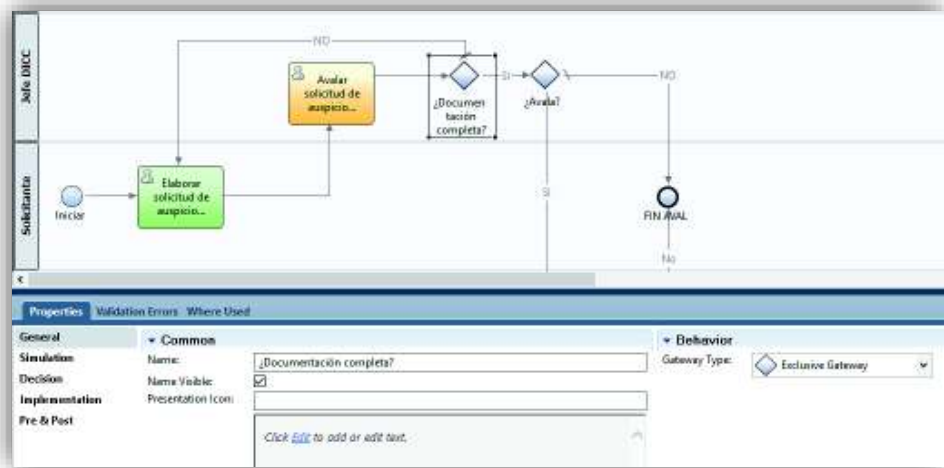
**a) Descripción:**

Según IBM en [30], una regla de negocio “es una condición que se debe satisfacer cuando se realiza una actividad de negocio”. Una regla puede imponer una política de negocio, tomar una decisión o inferir nuevos datos de datos existentes.

El Process Designer nos permite tomar decisiones en el flujo de nuestro proceso mediante las compuertas o gateways que se utilizan para controlar cómo interactúan los flujos de secuencia a medida que convergen y divergen dentro de un proceso.

**b) Resultados:**

En la **Figura 27** se muestra una parte del flujo del proceso donde se define una regla de negocio mediante la compuerta exclusiva señalada.



*Figura 27 Compuerta exclusiva para toma de decisión en el flujo del proceso*

Finalmente, la regla o decisión se establece en la pestaña de implementación como muestra la siguiente figura:



*Figura 28 Regla de negocio*

**V. Fase 5: Creación y configuración de usuarios y grupos**



*Figura 29 Paso 5 - Creación y configuración de usuarios y grupos*

**a) Descripción:**

IBM BPM cuenta con una herramienta llamada Process Admin Console la cual permite gestionar los usuarios del proceso; esto incluye, la creación, actualización, eliminación y sincronización de usuarios y grupos de usuarios (Ver **Figura 30**). Los grupos de usuarios deberán estar de acuerdo con los roles establecidos para el proceso en la fase de identificación y los usuarios deberán estar asignados según al grupo que correspondan.

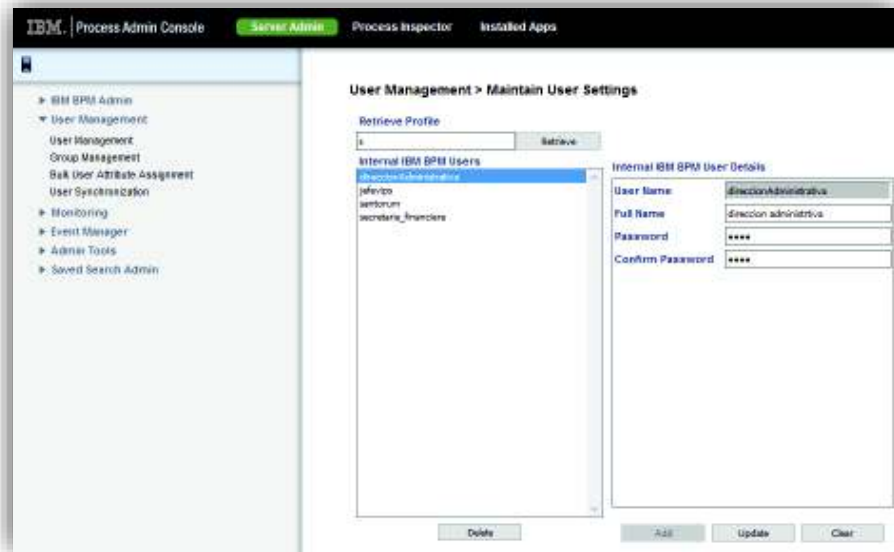


Figura 30 Gestión de usuarios con Process Admin Console

Después de la creación de usuarios debemos asignarlos a equipos o grupos de usuarios como muestra la siguiente figura:

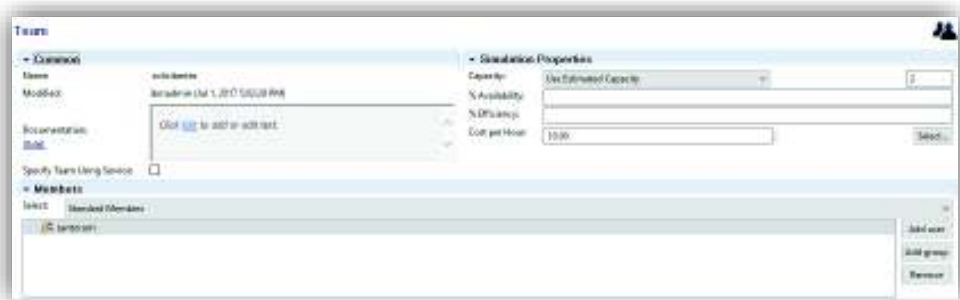
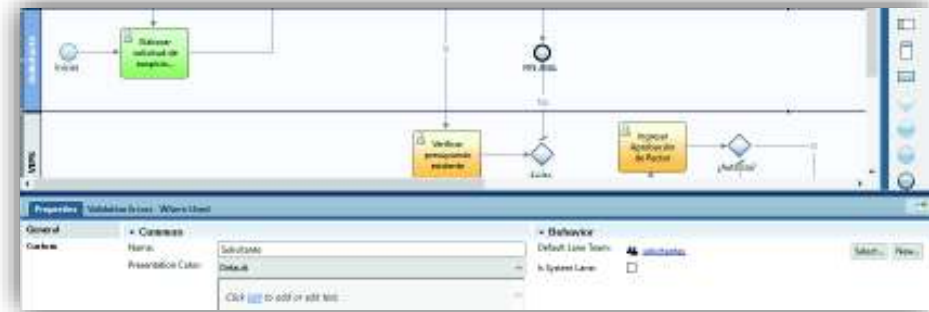


Figura 31 Asignación de usuarios a un grupo o equipo

Una vez realizada la asignación de usuarios a los grupos o equipos, se debe asociar estos grupos a los carriles o Lanes, los cuales determinan qué usuarios tienen acceso a las diferentes actividades del proceso.

**b) Resultados:**

En la **Figura 32** se puede observar un ejemplo de asignación del grupo solicitantes al Lane llamado del mismo nombre.



*Figura 32 Asociar grupo de usuarios a un Lane*

Finalmente, al momento de la ejecución del proceso ya podremos ingresar desde el Process Portal con el usuario y contraseña asignada dependiendo del flujo del proceso donde seremos capaces de ejecutar las actividades asignadas a ese usuario.

**VI. Fase 6: Implementación de servicios.**



*Figura 33 Paso 6 - Implementación de servicios*

El paso 6 como indica la **Figura 33** termina con la implementación del proceso y da paso a la ejecución del mismo en la última fase del enfoque.

a) Descripción:

Los servicios se usan en la implementación de actividades contenidas en una definición de proceso de negocio (BPD). Los servicios ejecutan las funciones necesarias cuando se inicia una BPD y se invocan los pasos contenidos en ella.

*Tipos de servicio*

Los tipos de servicio se crean dependiendo de los requisitos de la actividad. Por ejemplo, si una actividad requiere integración con un sistema externo como una base de datos, puede crear un servicio de integración.

En la siguiente tabla (Ver **Tabla 18**) se describen los tipos de servicios disponibles en la herramienta de IBM BPM, adaptado de [31]:

*Tabla 18 Tipos de Servicios disponibles en IBM BPM*

<b>Tipo de servicio</b>	<b>Descripción</b>
<b>Servicio de decisiones</b>	Utilice un servicio de decisiones cuando desee que una condición determine la implementación invocada. Por ejemplo, cuando una condición determinada se evalúa como verdadera, IBM BPM implementará la expresión JavaScript que proporcione.
<b>Servicio de usuario</b>	Utilice un servicio de usuario cuando desee crear un servicio interactivo. Un servicio de usuario es el único tipo de servicio que contiene coaches y aplazamientos.
<b>Servicio Ajax</b>	Utilice un servicio Ajax cuando desee incluir un control en un coach para implementar selección de datos dinámicos como por ejemplo llenar automáticamente listas desplegables o completar automáticamente recuadros de edición.
<b>Servicio de integración</b>	Utilice un servicio de integración cuando desee la integración con un servicio externo. Un servicio de integración es el único tipo de servicio que puede contener una integración de servicio web o Java.
<b>Servicio de integración avanzado</b>	Utilice un servicio de integración avanzado cuando desee la integración con un servicio creado en Integration Designer.
<b>Servicio de integración de IBM Case Manager service</b>	Utilice un servicio de integración de IBM Case Manager si desea la integración con un servidor de IBM Case Manager.
<b>Servicio de sistema general</b>	Utilice un servicio de sistema general cuando necesite coordinar otros servicios anidados o necesite manipular



	datos variables. Por ejemplo, si necesita implementar transformaciones de datos o generar HTML para un coach, puede utilizar un servicio de sistema general.
--	--

**b) Sistemas de Servicios de Sistema General:**

Para el presente proyecto haremos uso de los servicios de sistema general y servicios de integración descritos en la tabla anterior. Los **servicios de sistema general** nos permitirán la generación de los archivos PDF que para el proceso propuesto es de suma importancia en la generación de informes. Estos servicios se pueden crear en implementación como muestra la **Figura 34:**



*Figura 34 Creación de servicio de sistema general*

Para realizar la generación de PDF hemos importado el toolkit PDF Utility y creamos la carpeta html en el siguiente path:

“C:/IBM/BPM/v8.5/profiles/Node1Profile/installedApps/PCCell1/IBM\_BPM\_Teamworks\_SingleCluster.ear/teamworks.war/html/”

Realizado esto, es importante modificar la variable de entorno de salida y colocar el path anterior como default, como se muestra en la siguiente figura.



*Figura 35 Definición de variables de ambiente*

A continuación, en la **Figura 36** se observa un ejemplo de una actividad que genera un archivo PDF, se puede observar que la estructura para la creación de PDF cuenta con servicios anidados como CSS en el que podremos definir el diseño del archivo, PDF SHELL, donde consta el servicio general creado para la generación del archivo y, además, un server scriptlet llamado CUERPO donde consta el código HTML que queremos generar con los datos que deseamos tomar de la actividad.



Figura 36 Ejemplo de una actividad que genera un archivo PDF

**c) Resultado Servicios de Sistema General:**

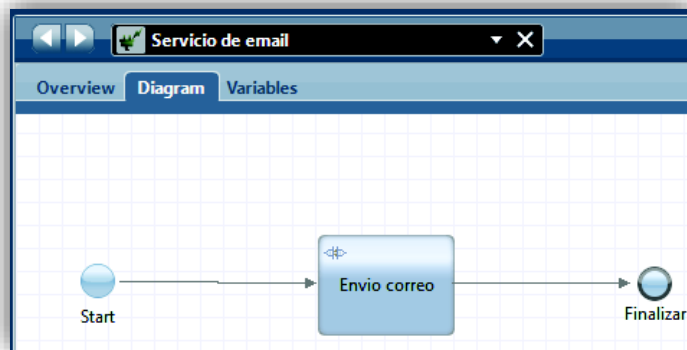
Una vez configurados estos servicios podemos ejecutar el coach para poder realizar una prueba del PDF, en la **Figura 37** se observa un ejemplo de cómo se puede personalizar el archivo mediante código CSS y HTML configurados anteriormente.



Figura 37 Ejemplo de archivo PDF generado con servicio de sistema general

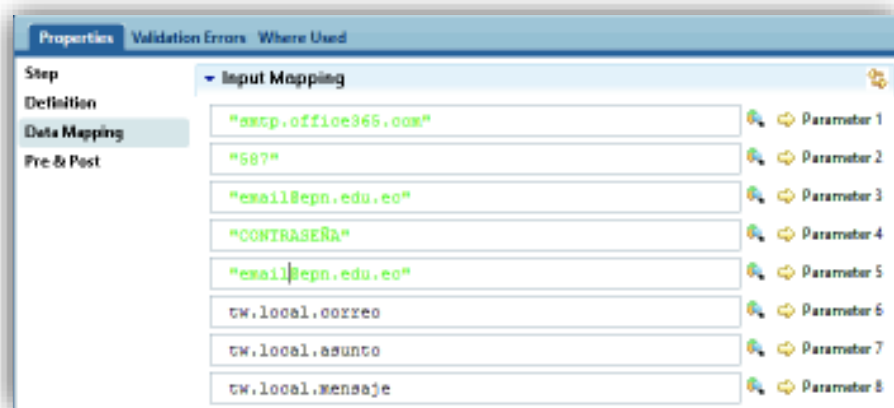
**d) Sistemas de Integración:**

Los **servicios de integración** por su parte nos permitirán integrar el servicio SMTP con el cual se enviarán notificaciones mediante correos electrónicos a los actores del proceso después de cada actividad ejecutada. Lo creamos de la misma forma que se crearon los servicios de sistema general como indica la **Figura 34**. En la siguiente figura (Ver **Figura 38**) se muestra el servicio de mail que usaremos para el envío de notificaciones.



*Figura 38 Servicio de mail*

Una vez creado el servicio de integración se definen las correlaciones de datos, donde se establecen la configuración SMTP y las variables que se usan para el envío del correo electrónico como muestra la **Figura 39**.



*Figura 39 Correlación de datos en servicio de mail*

e) Resultados de Sistemas de Integración:

Configurado el servicio de integración, finalmente, para el envío de mails podemos adjuntarlo a una actividad para realizar las notificaciones respectivas. Por ejemplo, en la **Figura 40** se incorpora el servicio anidado “Enviar correo” el cual como se puede observar en la pestaña implementación esta enlazado con el servicio de mail creado anteriormente.

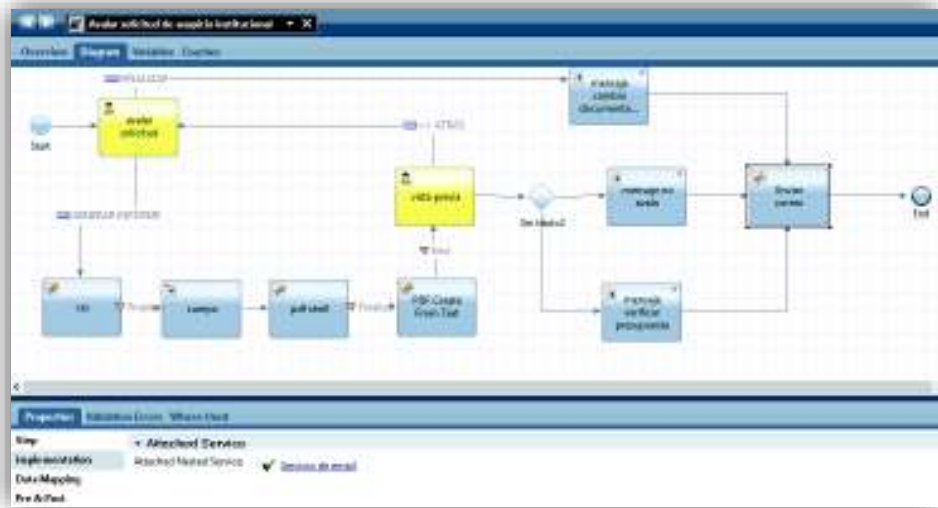


Figura 40 Ejemplo de actividad con servicio de envío de mails

**VII. Fase 7: Ejecución del proceso**



Figura 41 Paso 7 - Ejecución del proceso

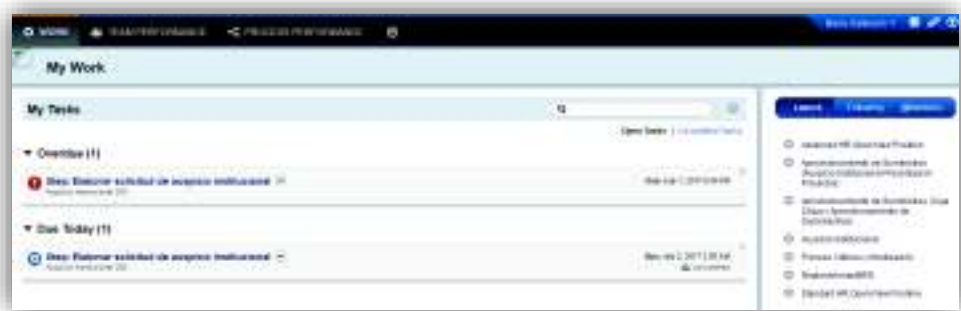
a) Descripción:

Finalmente, como indica la **Figura 41** el último paso es la ejecución del proceso, en el que se probarán todas las configuraciones realizadas en los pasos anteriores. Para esto ejecutamos el proceso y debemos ingresar a la herramienta de IBM BPM llamada Process Portal, en donde ingresaremos el usuario y contraseña para el actor correspondiente dependiendo de la actividad como muestra la **Figura 42**.



*Figura 42 BPM Process Portal*

Al momento de ingresar, el usuario será capaz de ver todas las tareas pendientes por completar, realizadas o que ya expiraron como se muestra en la siguiente figura:



*Figura 43 Tareas asignadas por usuario*

**b) Resultados:**

Al ingresar en la tarea pendiente ya podrá empezar el proceso y se desplegará la pantalla asignada a esa actividad de usuario como indica la **Figura 44** que es un ejemplo de la primera actividad del Proceso de Obtención de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación.

Step: Elaborar solicitud de auspicio institucional

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

PROCESO: GESTIÓN DE AUSPICIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN  
ACTIVIDAD: ELABORACIÓN DE SOLICITUD DE AUSPICIO INSTITUCIONAL  
PASO: 1/2

**DATOS DE SOLICITUD**

Docente: [input field] Puesto que ocupa: [input field]  
Facultad: [input field] Fecha: [input field]  
Departamento: [input field] No. Solicitud: [input field]

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADOS**

Usted está registrado como Miembro de los siguiente/s proyecto/s de Investigación:

Nombre	Código	Estado	Fecha
<input type="radio"/> Formalización y propuesta para la optimización de los procesos internos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional	PE-DOC-886-2016	activo	02/03/2016
<input checked="" type="radio"/> Modelo de evaluación de habilidades digitales utilizando tecnologías de Salud Data	PE-DOC-887-2016	activo	02/03/2016

*Figura 44 Ejemplo de la ejecución de la primera actividad del proceso*

## CAPÍTULO 3

### 3. EVALUACIÓN

En esta sección del documento, se realiza la evaluación de los resultados obtenidos en la realización de la propuesta de informatización del Proceso de Obtención de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación con el fin de establecer la funcionalidad y usabilidad del mismo, con lo que se busca optimizar el producto final y finalmente analizar y medir el impacto que esta propuesta puede llegar a tener en la ejecución del proceso.

Además, se incluye un apartado de discusión donde se exponen los pros y los contras del resultado final del producto obtenido en el presente proyecto integrador.

#### 3.1 Pruebas y evaluación

Como se evidenció en la sección anterior, el ciclo de diseño e implementación del proceso es muy similar al de cualquier producto software que se desarrolle independientemente, por esto es esencial considerar la calidad del software para la propuesta de informatización desarrollada en IBM BPM. La calidad del producto se puede medir mediante las diferentes pruebas de software existentes que básicamente permiten evaluar un sistema y/o sus componentes con la intención de determinar si cumple o no los requisitos especificados. Esta actividad resulta de la diferencia entre los resultados reales y los esperados [32].

Según Whittaker [33], se propone clasificar las pruebas en funcionales, no funcionales y estructurales. En la **Tabla 19** se describen cada uno de estos tipos.

*Tabla 19 Tipos de Pruebas de Software*

Tipos de pruebas	Descripción
<b>Funcionales</b>	Las pruebas funcionales requieren la selección de escenarios de prueba sin tener en cuenta la estructura del código fuente. Se basan en funciones, prestaciones y en su interoperabilidad con sistemas específicos. Las pruebas funcionales también se denominan pruebas basadas en especificaciones, pruebas de comportamiento y pruebas de caja negra.
<b>No funcionales</b>	Hacen referencia a las pruebas necesarias para medir las características de los sistemas y software que pueden cuantificarse según una escala variable. Se debe tener en cuenta que se orientan hacia el comportamiento externo del software y en la mayoría de los casos utilizan técnicas de diseño de pruebas de caja negra. [34]

<b>Estructurales</b>	Las pruebas estructurales requieren que las entradas se basen únicamente en la estructura del código fuente o sus estructuras de datos. Las pruebas estructurales también se denominan pruebas basadas en código y pruebas de caja blanca.
----------------------	--

Para el propósito del proyecto se realizarán pruebas de funcionalidad y pruebas de usabilidad que pertenece a las pruebas no funcionales del sistema, estas pruebas son realizadas para evaluar hasta qué punto un usuario puede aprender a operar, preparar entradas e interpretar las salidas de un sistema o componente. Mientras que las pruebas de estrés y usabilidad pueden ser y son a menudo automatizadas, las pruebas de usabilidad son realizadas por especialistas en interacción humano-computadora que observan a los humanos interactuando con el sistema.

Estas pruebas se las realiza mediante varias técnicas, las más conocidas son la técnica de caja blanca (White Box Testing) y la técnica de caja negra (Black Box Testing). La que usaremos es la técnica de caja negra, que es una prueba que ignora el mecanismo interno de un sistema o componente y se centra únicamente en las salidas generadas en respuesta a las entradas seleccionadas y las condiciones de ejecución [35]. El probador es ajeno a la arquitectura del sistema y no tiene acceso al código fuente. Normalmente, al realizar una prueba de caja negra, un probador interactuará con la interfaz de usuario del sistema proporcionando entradas y examinando salidas sin saber cómo y dónde se trabajan las entradas.

Las pruebas de caja negra intentan encontrar errores en el comportamiento externo del código en las siguientes categorías [36]:

- (1) Funcionalidad incorrecta;
- (2) Errores de interfaz;
- (3) Errores en las estructuras de datos utilizadas por las interfaces;
- (4) Errores de comportamiento o de rendimiento; y
- (5) Errores de inicialización y terminación.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que ninguna cantidad de pruebas puede demostrar inequívocamente la ausencia de errores y defectos en su código.



## Pruebas de funcionalidad

Con la finalidad de realizar las pruebas de funcionalidad de nuestro sistema es preciso definir un formato de diseño de caso de prueba. Utilizaremos un formato particular para nuestros casos de prueba, como se muestra en la **Tabla 20**.

*Tabla 20 Formato de diseño de caso de prueba*

<b>Prueba ID:</b>	<b>Nombre de la actividad:</b>
<b>Actor responsable:</b>	<b>Descripción de la actividad:</b>
<b>Prerrequisitos:</b>	
<b>Pasos de ejecución:</b>	
<b>Resultado esperado:</b>	
<b>Resultado actual:</b>	
<b>Observaciones:</b>	

- **Prueba ID:** es un identificador único para el caso de prueba
- **Nombre de la actividad:** Nombre asignado a la actividad dentro del flujo del proceso. Ver Figura 15 y 16.
- **Actor responsable:** Nombre del usuario que ejecuta la actividad correspondiente.
- **Descripción de la actividad:** breve descripción de lo que se realiza en la actividad del proceso.
- **Prerrequisitos:** Requerimientos (entradas/salidas) anteriores que se necesitan para poder ejecutar la actividad que desea probar.
- **Pasos de ejecución:** describe específicamente el conjunto de pasos y/o entradas para la actividad particular que desea probar.
- **Resultado esperado:** Son los resultados esperados para una entrada.
- **Resultado actual:** son los resultados reales que se registran después de ejecutar las pruebas. Si una prueba pasa, los resultados reales indicarán "Pasa". Si falla una prueba, se registra "Falla" y una descripción del fallo.
- **Observaciones:** comentarios del probador después de ejecutar la prueba.

Las pruebas de funcionalidad se realizarán por cada actividad del proceso, en total 17 como muestran las Figuras 16 y 17 y serán realizadas por una tercera persona al proyecto. Con la intención de ilustrar las pruebas de funcionalidad, a continuación, en la **Tabla 21**, se mostrará la prueba realizada a la primera actividad del proceso: “Elaborar solicitud de auspicio institucional”, las demás pruebas realizadas se encuentran adjuntas en el **ANEXO VII**.


*Tabla 21 Prueba de Funcionalidad a la 1era actividad del proceso*

<b>Prueba ID: 1</b>	<b>Nombre de la actividad:</b> Elaborar solicitud de auspicio institucional
<b>Actor responsable:</b> Docente solicitante	<b>Descripción de la actividad:</b> El solicitante ingresa toda la información necesaria para obtener el auspicio institucional para la presentación de resultados del proyecto de investigación del que lleva a cabo o es miembro.
<b>Prerrequisitos:</b> esta actividad representa el punto de partida del proceso por lo que no requiere de ninguna entrada anterior.	
<p><b>Pasos de ejecución:</b> esta actividad cuenta con 2 interfaces:</p> <p>Interfaz 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar al portal con el usuario y contraseña proporcionados.</li> <li>✓ Seleccionar la actividad a ejecutar.</li> <li>✓ Escoger el proyecto que está registrado como director y que desea presentar sus resultados.</li> <li>✓ Definir la o las personas que integran el servicio requerido.</li> <li>✓ Presionar el botón siguiente para pasar de interfaz.</li> </ul> <p>Interfaz 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Especificar el tipo de servicio que desea solicitar (Viáticos, Alojamiento y/o inscripción).</li> <li>✓ Ingresar un valor estimado del costo de los servicios seleccionados.</li> <li>✓ Ingresar la fecha de ida y de retorno del auspicio solicitado.</li> <li>✓ Seleccionar si es viaje internacional o nacional.</li> <li>✓ Seleccionar país, provincia y ciudad.</li> <li>✓ Ingresar los documentos que son requisitos para solicitar el auspicio institucional.</li> <li>✓ Presionar el botón “atrás” si desea regresar a la anterior interfaz y el botón “Finalizar” para finalizar la actividad.</li> </ul> <p>Una vez finalizado se envía correo electrónico con notificación de la solicitud hacia el jefe de departamento.</p>	


## Resultado esperado:

### Interfaz 1

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



**PROCESO: GESTIÓN DE AUSPICIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**  
**ACTIVIDAD: ELABORACIÓN DE SOLICITUD DE AUSPICIO INSTITUCIONAL**  
PASO: 1/2

---

**DATOS DE SOLICITUD**

---

Docente:	Marco Obispo Santibán Gallo	Puesto que ocupa:	Profesor Titular a Tiempo Completo
Facultad:	Facultad de Ingeniería de Sistemas	Fecha:	11/3/2017
Departamento:	Departamento de Informática y Ciencias de la Computación	No. Solicitud:	884

---

**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADOS**

---

Usted está registrado como Miembro del/os siguiente/s proyecto/s de Investigación:

Nombre	Código	Estado	Fecha
<input type="radio"/> Formalización y propuesta para la optimización de los procesos internos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional	PI- DICC-006-2015	activo	02/01/2015
<input checked="" type="radio"/> Método de evaluación de bibliotecas digitales utilizando tecnologías de Linked Data	PJ- DICC-007-2015	activo	02/02/2017
<input type="radio"/> Propuesta de valoración del impacto para citas bibliográficas tomando en cuenta criterios cualitativos	PS- DICC-005-2017	activo	10/01/2015

Seleccione un Proyecto de Investigación para la Presentación de Resultados

---

**SERVIDORES QUE INTEGREN EL SERVICIO INSTITUCIONAL**

---


Seleccione la casilla correspondiente:

- Si requiere el auspicio institucional solamente para usted	<input type="checkbox"/>	- Si requiere el auspicio solo para un colaborador del equipo	<input type="checkbox"/>
- Si además requiere el auspicio de un colaborador del equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	- Si requiere el auspicio para una persona externa al equipo	<input type="checkbox"/>

Nombres y Apellidos:

No. de Cédula o Pasaporte:

No. de Autorización:




---

**RESUMEN:**

Integran el servicio instituciones siguientes personas:

Marco Obispo Santibán Gallo  
Enredo Javier Morán Lara



## Interfaz 2

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

PROCESO: GESTIÓN DE AUSPICIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN  
ACTIVIDAD: ELABORACIÓN DE SOLICITUD DE AUSPICIO INSTITUCIONAL  
PASO: 2/2

### TIPO DE SERVICIO

Seleccione uno o varios tipos de servicio que desea solicitar:

Viáticos  Movilización  Inscripción

Ingrese un valor estimado para los servicios seleccionados:  Valer en Dólares:

Total:

### LISTA DE REQUISITOS

Para ingresar los requisitos necesarios para iniciar el proceso, ingrese las fechas de viaje y seleccione el tipo de viaje a realizar:

Fecha Ida:  Fecha Llegada:

Viaje Internacional

- País:  - Ciudad:

Viaje Nacional

- Invitación Oficial del Evento:

- Aceptación del Proyecto de Investigación:

- Programación del Evento:

- Memo de Solicitud de Auspicio Institucional:

- Autorización del Rector:

**Observaciones:** Mejorar el diseño en los campos donde se ingresan valores monetarios, colocar signo de divisa.

Al presiona el botón atrás se habilitan los check box de los servidores que integran el servicio institucional.

### **Resultados de las pruebas de funcionalidad**

A continuación, en la **Tabla 22** se presenta un resumen de los resultados obtenidos después de ejecutar las pruebas de funcionalidad en cada actividad del proceso.

Tabla 22 Resumen de resultados de las pruebas de funcionalidad

Prueba ID	Descripción	Observaciones	Resultado actual
1	El solicitante ingresa lista de requisitos para solicitar auspicio, especificaciones del viaje y asistentes al auspicio.	Los documentos se ingresan mediante links.	Pasa
2	Se recibe la lista de documentos necesarios, la información del viaje se verifica y se genera un informe.	El botón generar informe realiza la acción de continuar.	Pasa
3	Se recibe documentos habilitantes e información del viaje, se observan los valores de presupuesto y se calcula el presupuesto disponible.	No dispone de botón que verifique el presupuesto se lo hace implícitamente en el botón generar informe.	Falla
4	El decano ingresa la resolución de consejo de facultad.	No hay un campo para ingresar el link del documento de la resolución de consejo de facultad.	Falla
5	Se ingresan los documentos generados tras la autorización del rector y se ingresa si autorizó o no.	Ninguna.	Pasa
6	El docente ingresa todos los detalles de los servicios que solicitó en la actividad 1.	No recupera valor de inscripción ingresado en la 1era actividad.	Pasa
7	Se ingresa los itinerarios y otra información de los servicios requeridos.	Cada que se ingresa un itinerario se actualiza la interfaz y se pierden los datos seleccionados.	Falla
8	Se escoge y verifica los itinerarios e información de otros servicios.	No es posible elegir más de un itinerario.	Falla
9	Se solicita certificación presupuestaria para el pago de los servicios requeridos.	Faltan etiquetas para diferenciar campos de dinero.	Pasa
10	Se realiza reembolso si existe presupuesto para los servicios requeridos.	Se calcula el total a desembolsar.	Pasa
11	Se realiza el pago de los servicios requeridos y se adjunta los comprobantes de pago.	Ninguna	Pasa
12	El solicitante registra las actividades a realizar y se genera un informe de solicitud de auspicio institucional.	La tabla de actividades registra numeración innecesaria.	Pasa
13	Si se solicita se realiza desembolso de anticipo si existe presupuesto.	Ninguna.	Pasa
14	El docente realiza el informe de cumplimiento de servicios al retorno de su viaje. Ingresan las actividades realizadas.	La información presentada puede estar representada en una sola interfaz.	Pasa
15	El VIPS verifica el informe y compara con el informe de solicitud	Ninguna.	Pasa
16	Se solicita el reembolso de los gastos realizados.	Las facturas deben ingresarse por links.	Pasa
17	Se realiza la liquidación de gastos contemplando el anticipo realizado.	Se debe incluir una tabla de observaciones.	Falla

Gracias a la ejecución de las pruebas de funcionalidad a la primera versión presentada de la propuesta de automatización del Proceso de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación se obtuvieron las observaciones realizadas por parte del evaluador, las cuales han sido tomadas en cuenta y han sido implementadas en la versión final del sistema informático.

Una vez que se han realizado las pruebas de funcionalidad del sistema, se procede a realizar las pruebas de usabilidad del mismo.

### Pruebas de usabilidad

Según la ISO/IEC 9126 [37], la usabilidad es la capacidad del producto de software para ser entendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas.

En la **Figura 45** se muestran las subcaracterísticas del software que posee la usabilidad.



*Figura 45 Subcaracterísticas de la Usabilidad*

Con las pruebas de usabilidad verificaremos si se cumplen estas subcaracterísticas. La prueba de usabilidad es una técnica de caja negra y se utiliza para identificar cualquier error y mejoras en el software mediante la observación de los usuarios a través de su uso y operación.

Nigel Bevan y Macleod [32] consideraron que la usabilidad es el requisito de calidad que se puede medir como el resultado de las interacciones con un sistema

informático. Este requisito puede cumplirse y el usuario final se verá satisfecho si los objetivos previstos se consiguen eficazmente con el uso de recursos apropiados.

Para realizar las pruebas de usabilidad de forma correcta y ordenada se deben seguir los pasos descritos en la **Tabla 23**:

*Tabla 23 Pasos para ejecutar la prueba de usabilidad*

<b>Pasos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Planificación</b>	En la planificación se contempla la definición de los criterios a ser tomados en cuenta para la evaluación, además se definen a aquellos participantes que serán tomados en cuenta para la ejecución de las pruebas.
<b>Test</b>	En este paso se presenta un test de usabilidad a los usuarios del sistema.
<b>Análisis de resultados</b>	Una vez realizado el test a cada uno de los usuarios, es reúnen todos los datos para su posterior estudio. Los resultados permitirán reducir el número de posibles causas de los problemas presentados.

### ***Ejecución de los pasos para realizar las pruebas de usabilidad***

#### **a) Planificación**

Para la elaboración de las pruebas de usabilidad del sistema, es necesario determinar el tipo y número de usuarios que serán capaces de realizar este tipo de pruebas.

Para esto utilizamos una técnica llamada muestreo, donde su función principal es determinar qué parte de una población o universo debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población [38]. Una población según [39], es un grupo de datos experimentales, personas, etc. Una población se compone de unidades elementales, que no se pueden descomponer más.

Para el caso de este proceso, los usuarios a ser tomados en cuenta para ser parte de la población de estudio, son, como establece la resolución administrativa 002-2016 [6], el personal académico titular adscrito a un departamento o instituto de la EPN, las personas representantes o encargadas de cada dependencia involucrada en el proceso, como Dirección

Administrativa, Dirección Financiera, Jefatura de Departamento, Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social y decanato.

Hay cuestiones que debemos especificar a la hora de elegir una muestra:

1. El método de selección de los individuos de la población (tipo de muestreo que se va a utilizar).

Debido al tipo de población que se tiene en el presente proyecto, se utilizará el muestreo aleatorio simple, donde se seleccionan los elementos al azar y todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados [40].

2. El tamaño de la muestra.

El tamaño de la muestra se definirá mediante la fórmula que determina un tamaño para la población desconocida y además que podría ser infinita [41].

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{i^2} \quad (1)$$

A continuación, en la **Tabla 24** se especifican los factores de la ecuación (1).

Tabla 24 Factores de la ecuación

Factores de la ecuación:	Descripción:
<b>n:</b>	Tamaño muestral
<b>Z:</b>	Valor correspondiente a la distribución de Gauss, $Z_{\alpha=0.05} = 1.96$ y $Z_{\alpha=0.01} = 2.58$ . Estos valores se pueden obtener a través de la tabla de distribución normal [42]. Ver <b>Anexo VIII</b>
<b>p</b>	Prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse ( <b>p = 0.5</b> )
<b>q</b>	$q = 1 - p$ (si $p = 70\%$ , $q = 30\%$ )
<b>i</b>	Error que se prevé cometer si es del 10 %, $i = 0.1$



Por lo que, para el cálculo tomaremos un valor de la **Tabla 25** que presenta diferentes niveles de confianza<sup>11</sup>. Para este caso se evaluará con un nivel de confianza del 90%. Además, se propone un margen de error del 10%.

Tabla 25 Cálculo nivel confianza tomado de la tabla de distribución de Gauss

1-α	90%	92%	94%	95%	96%	97%	98%	99%	Siendo:
α	10%	8%	6%	5%	4%	3%	2%	1%	1-α = Nivel de confianza
z <sub>α/2</sub>	1,645	1,751	1,881	1,960	2,054	2,170	2,326	2,576	α = Nivel de significación
z <sub>α</sub>	1,282	1,405	1,555	1,645	1,751	1,881	2,054	2,326	

Reemplazando los valores seleccionados en (1) se tiene:

$$n = \frac{(1.282^2) \cdot (0.5) \cdot (0.5)}{0.1^2}$$

$$n = 41.08$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra con la que se realizará la prueba es de 41 con un nivel de confianza relativamente alto del 90% y con una probabilidad de error del 10%.

**b) Test**

El test empleado para realizar las pruebas de usabilidad se muestra en la **Figura 46**. Como anexo se adjunta la evidencia de un conjunto de pruebas realizadas que sirvieron para realizar el análisis posterior. Ver **ANEXO IX**

---

<sup>11</sup> El nivel de confianza es la probabilidad de acertar al realizar una estimación. [43]

	<b>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS</b>	
	<b>TEST DE USABILIDAD</b> PROPUESTA DE INFORMATIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DE AUSPICIO INSTITUCIONAL PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS EN EL MARCO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN	<small>11/2016</small>

La información obtenida a través del presente test de usabilidad, será utilizada únicamente con fines académicos, no será divulgada, servirá exclusivamente en la recopilación de información sobre la usabilidad de la propuesta de informatización del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación.

**Instrucciones:**  
 Marque con una X su respuesta.  
 Las preguntas no deben tener más de una respuesta.

1. ¿La organización de la información presentada en cada una de las interfaces pertenecientes a cada actividad, la considera?
 

Excelente	<input type="checkbox"/>	Muy buena	<input type="checkbox"/>	No muy buena	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	-----------	--------------------------	--------------	--------------------------	------	--------------------------
2. ¿Cómo considera la secuencia de los diferentes formularios?
 

Excelente	<input type="checkbox"/>	Muy clara	<input type="checkbox"/>	No muy buena	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	-----------	--------------------------	--------------	--------------------------	------	--------------------------
3. ¿Cómo considera usted la distribución de información en cada interfaz?
 

Excelente	<input type="checkbox"/>	Muy buena	<input type="checkbox"/>	No muy buena	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	-----------	--------------------------	--------------	--------------------------	------	--------------------------
4. ¿Cómo considera el tiempo de respuesta en cada una de las interfaces?
 

Excelente	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	<input type="checkbox"/>	No muy bueno	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	-----------	--------------------------	--------------	--------------------------	------	--------------------------
5. ¿Cómo considera los mensajes de alerta que se presentan en cada una de las acciones realizadas en las diferentes interfaces?
 

Muy útiles	<input type="checkbox"/>	Útiles	<input type="checkbox"/>	No muy útiles	<input type="checkbox"/>	Nada útiles	<input type="checkbox"/>
------------	--------------------------	--------	--------------------------	---------------	--------------------------	-------------	--------------------------
6. ¿La interfaz para solicitar el insumo le pareció \_\_\_\_\_ de realizar?
 

Muy fácil	<input type="checkbox"/>	fácil	<input type="checkbox"/>	Difícil	<input type="checkbox"/>	Muy Difícil	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	-------	--------------------------	---------	--------------------------	-------------	--------------------------
7. Una vez utilizada la aplicación ¿Cómo la calificaría?
 

Excelente	<input type="checkbox"/>	Muy buena	<input type="checkbox"/>	No muy buena	<input type="checkbox"/>	Mala	<input type="checkbox"/>
-----------	--------------------------	-----------	--------------------------	--------------	--------------------------	------	--------------------------

*Figura 46 Test de Usabilidad empleado*

**c) Análisis de Resultados de las pruebas de Usabilidad**

Al finalizar las pruebas de usabilidad mediante el test realizado se debe analizar los resultados obtenidos con el fin de establecer la usabilidad de nuestro producto. Para identificar los factores evaluados mediante las preguntas se procede a agruparlos como se muestra en la **Tabla 26**.

Tabla 26 Factores de evaluación por pregunta

No. de pregunta	Pregunta	Factor que se evalúa
1	¿La organización de la información presentada en cada una de las interfaces pertenecientes a cada actividad, la considera?	Diseño
3	¿Cómo considera usted la distribución de información en cada interfaz?	
2	¿Cómo considera la secuencia de los diferentes formularios?	Facilidad de uso
6	¿La interfaz para solicitar el insumo le pareció _____ de realizar?	
4	¿Cómo considera el tiempo de respuesta en cada una de las interfaces?	Tiempo de respuesta
5	¿Cómo considera los mensajes de alerta que se presentan en cada una de las acciones realizadas en las diferentes interfaces?	Satisfacción de usuario
7	Una vez utilizada la aplicación ¿Cómo la calificaría?	

Una vez conocidos los factores que se evalúan se debe establecer ponderaciones para los criterios usados para evaluar cada pregunta, como se muestra en la **Figura 46**.

En la siguiente tabla se muestra las ponderaciones establecidas por el autor para cada criterio de evaluación que consta en el test realizado.

Tabla 27 Ponderación de los criterios del test de usabilidad

No.	Criterios	Ponderación
1	Excelente, Muy útil, Muy fácil.	100%
2	Muy buena, Muy clara, Útil, Fácil.	75%
3	No muy buena, No muy útil, Difícil.	50%
4	Mala, Nada útil, Muy difícil, malo.	25%

A continuación, se presenta un análisis realizado mediante gráficas, en base a los factores evaluados según la **Tabla 26** considerando las ponderaciones de los criterios utilizados en el test de usabilidad mostrados en la **Tabla 27** y por pregunta realizada.

a) Factor de evaluación: Diseño

En la **Tabla 27** se presentan los resultados obtenidos para el factor de evaluación del diseño que se basa en las preguntas 1 y 3.

Tabla 28 Resultados del factor de evaluación: Diseño

DATOS		DISEÑO			
		Excelente	Muy buena	No muy buena	Mala
		100%	75%	50%	25%
Pregunta 1	No. de encuestados	27	11	3	0
	Porcentaje de equivalencia	65.85%	20.12%	3.65%	0%
Pregunta 3	No. de encuestados	33	8	0	0
	Porcentaje de equivalencia	80.48%	14.63%	0%	0%

En la **Figura 47 y 48** se muestran las gráficas generadas de los resultados obtenidos de las encuestas en base al número de personas encuestadas frente al criterio (ver **Tabla 28**) de respuesta que dieron a las preguntas 1 y 3 respectivamente.

**Pregunta 1**

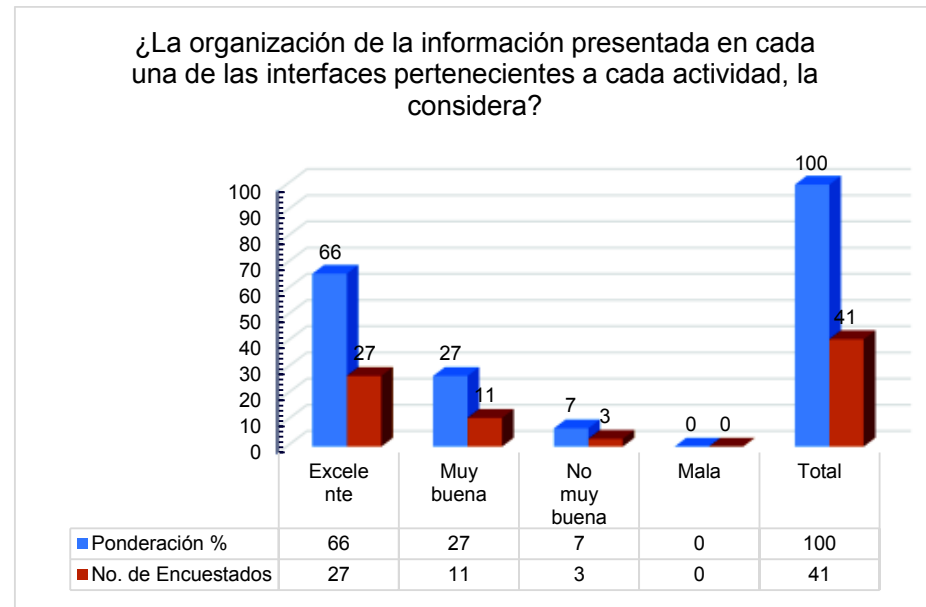


Figura 47 Test de usabilidad. Pregunta 1

### Pregunta 3

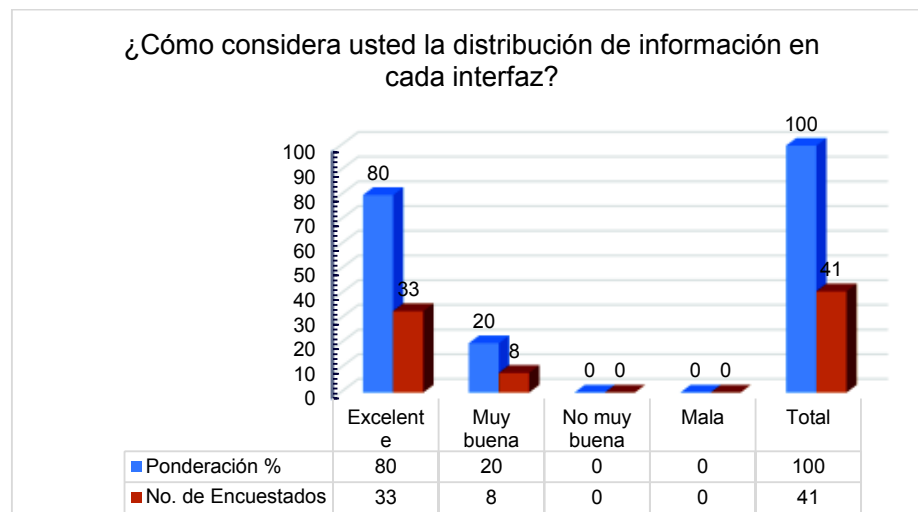


Figura 48 Test de usabilidad. Pregunta 3

#### b) Factor de evaluación: Facilidad de uso

En la **Tabla 29** se presentan los resultados obtenidos para el factor de evaluación de la facilidad de uso que se basa en las preguntas 2 y 6.

Tabla 29 Resultados del factor de evaluación: Facilidad de uso

FACILIDAD DE USO					
DATOS		Excelente	Muy buena	No muy buena	Mala
		100%	75%	50%	25%
<b>Pregunta 2</b>	No. de encuestados	28	9	4	0
	Porcentaje de equivalencia	68.29%	16.46%	4.87%	0%
<b>Pregunta 6</b>	No. de encuestados	25	10	5	0
	Porcentaje de equivalencia	60.97%	18.29%	6.10%	0%

En la **Figura 49 y 50** se muestran las gráficas generadas de los resultados obtenidos de las encuestas en base al número de personas encuestadas frente al criterio de respuesta que dieron a las preguntas 2 y 6 respectivamente.

## Pregunta 2

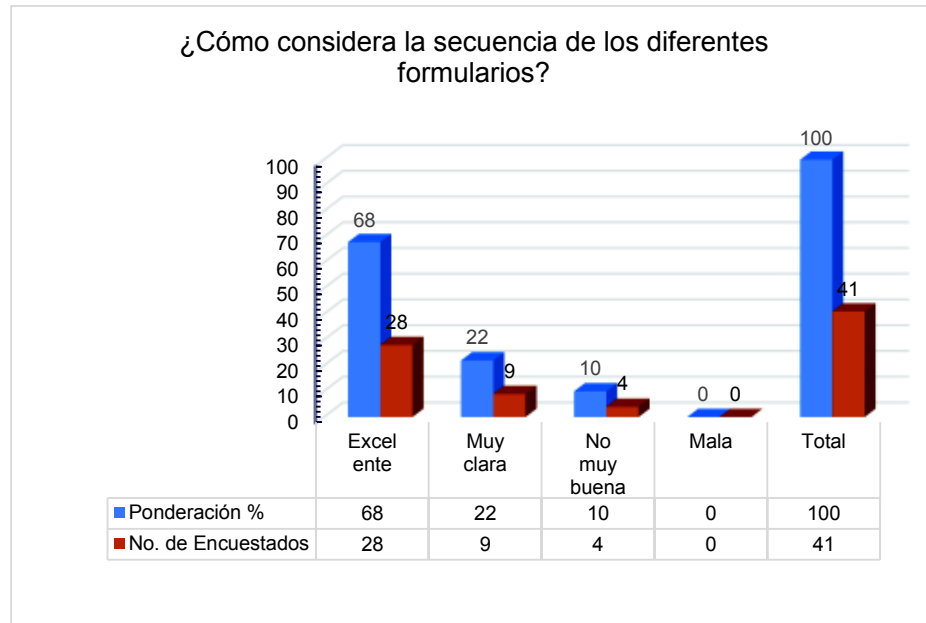


Figura 49 Test de usabilidad. Pregunta 2

## Pregunta 6

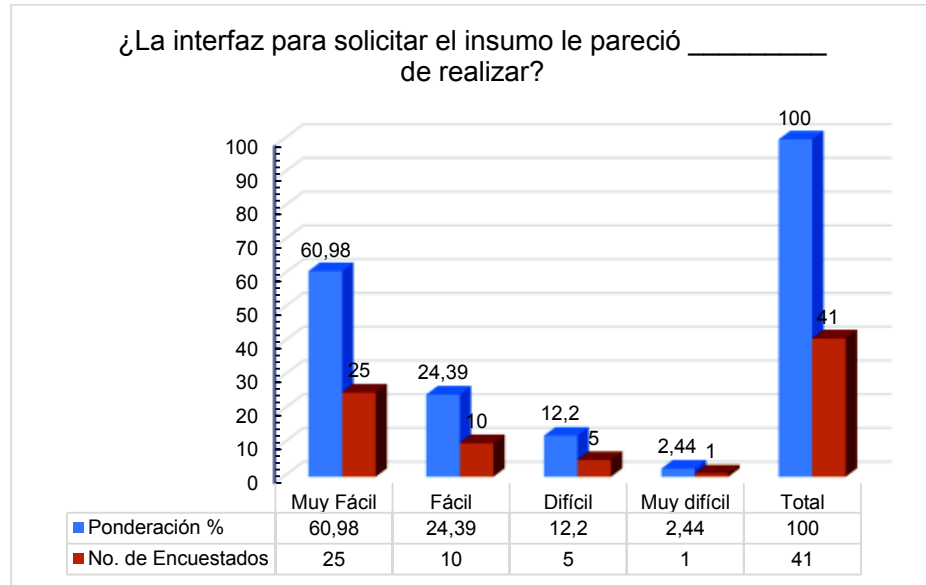


Figura 50 Test de usabilidad. Pregunta 6

### c) Factor de evaluación: Tiempo de respuesta

En la **Tabla 30** se presentan los resultados obtenidos para el factor de evaluación del tiempo de respuesta que se basa en la pregunta 4.

Tabla 30 Resultados del factor de evaluación: Tiempo de respuesta

TIEMPO DE RESPUESTA					
DATOS		Excelente	Muy buena	No muy buena	Mala
		100%	75%	50%	25%
Pregunta 4	No. de encuestados	19	13	5	4
	Porcentaje de equivalencia	46.34%	23.78%	6.10%	2.43%

En la **Figura 51** se muestra la gráfica generada de los resultados obtenidos de las encuestas en base al número de personas encuestadas frente al criterio de respuesta que dieron a la pregunta 4.

#### Pregunta 4

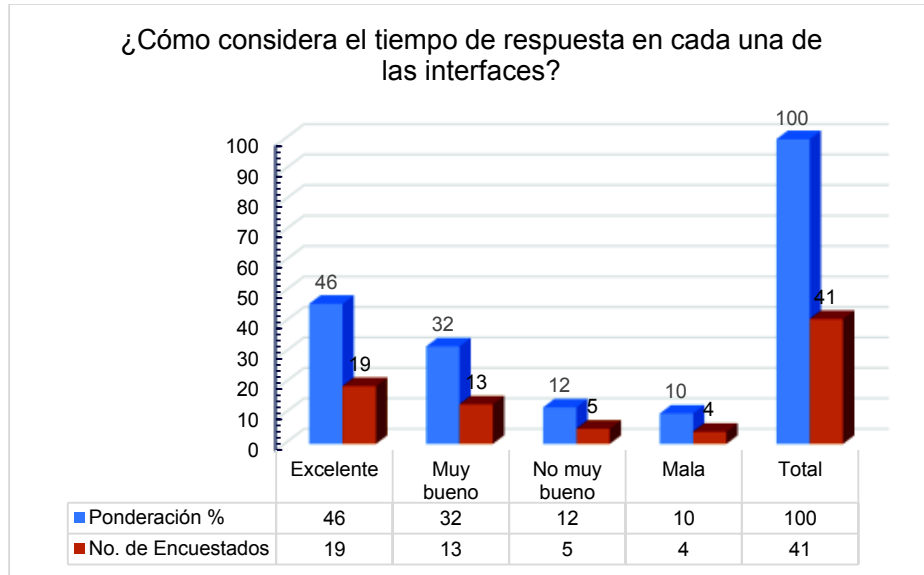


Figura 51 Test de usabilidad. Pregunta 4

#### d) Factor de evaluación: Satisfacción de usuario

En la **Tabla 31** se presentan los resultados obtenidos para el factor de evaluación de la satisfacción de usuario de uso que se basa en las preguntas 5 y 7.

Tabla 31 Resultados del factor de evaluación: Satisfacción de usuario

SATISFACCIÓN DE USUARIO					
DATOS		Excelente	Muy buena	No muy buena	Mala
		100%	75%	50%	25%
Pregunta 5	No. de encuestados	30	7	4	0
	Porcentaje de equivalencia	73.17%	12.80%	4.88%	0%
Pregunta 7	No. de encuestados	19	19	3	0
	Porcentaje de equivalencia	46.34%	34.75%	3.65%	0%

En la **Figura 52 y 53** se muestran las gráficas generadas de los resultados obtenidos de las encuestas en base al número de personas encuestadas frente al criterio de respuesta que dieron a las preguntas 5 y 7 respectivamente.

### Pregunta 5

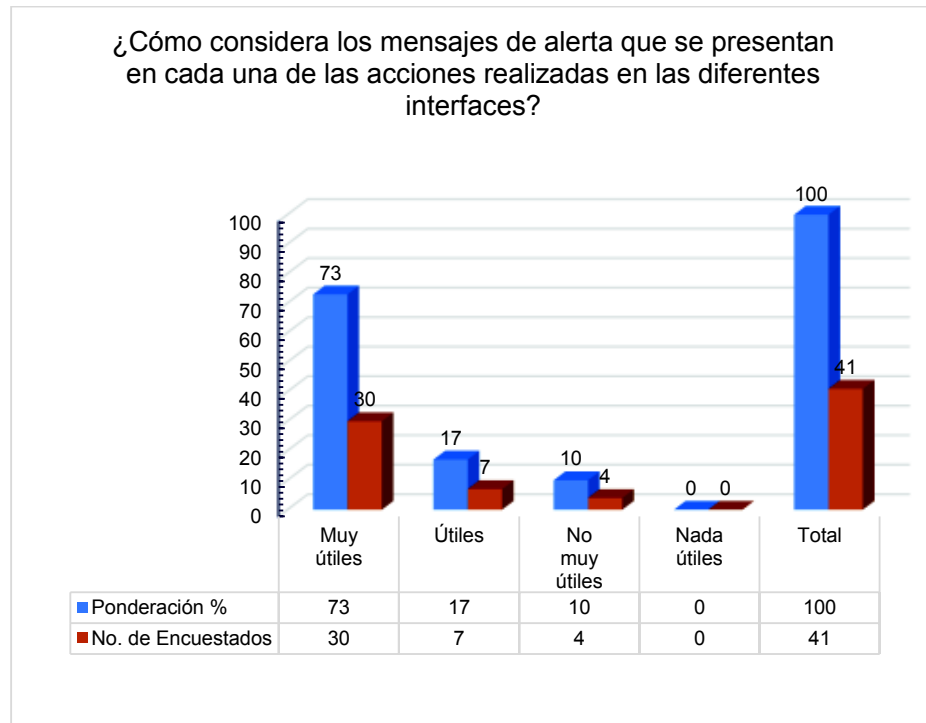


Figura 52 Test de usabilidad. Pregunta 5



### Pregunta 7

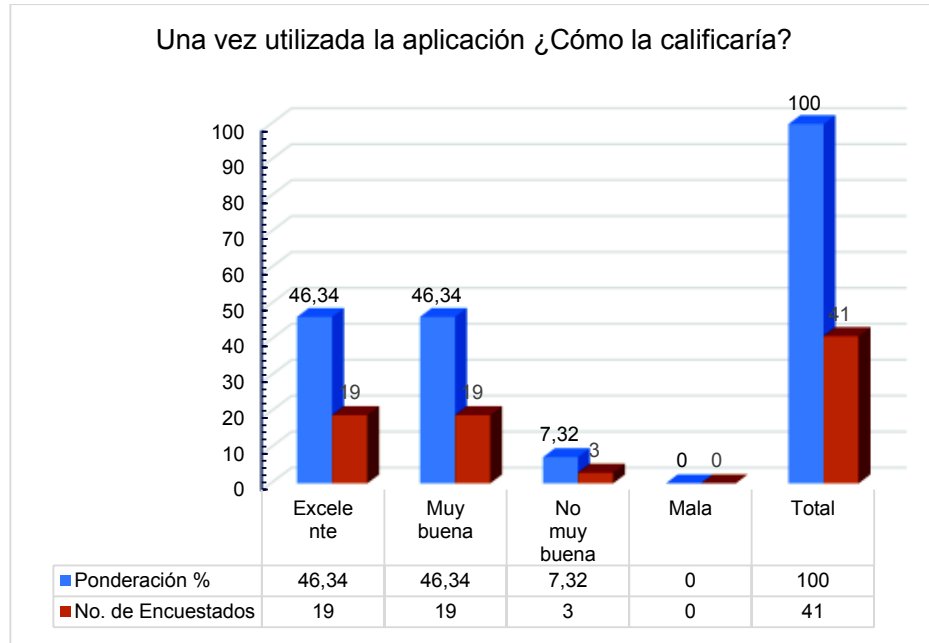


Figura 53 Test de usabilidad. Pregunta 7

Finalmente, podemos obtener un resultado global del test de usabilidad que permita dar una visión del posicionamiento que tiene nuestra herramienta frente a la expectativa del usuario final. Para esto se procede a realizar un promedio de los porcentajes obtenidos por criterio establecido como indica la **Tabla 32** en todas las preguntas del test de usabilidad.

En la siguiente Tabla se muestra estos resultados por criterio.

Tabla 32 Resultados globales de las pruebas de usabilidad

Criterio	Promedio obtenido
Excelente	63.06%
Muy buena	20.11%
No muy buena	4.17%
Mala	2.43%

En conclusión, como se puede observar claramente en la **Figura 54** se podría decir que la propuesta de informatización del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de investigación es adaptable a las necesidades que actualmente tienen los usuarios funcionales del proceso y puede representar una solución a la problemática entorno al proceso.



*Figura 54 Resultados promedio de las pruebas de usabilidad*

## 4. CONCLUSIONES

### ✓ **Proyecto Integrador**

A través del enfoque propuesto por la metodología ISEA y el enfoque para la informatización del proceso de IBM-BPM, se logró diseñar, mejorar y automatizar el proceso caso de estudio, obteniéndose como resultados un manual del proceso que representa una guía, fundamentada en el estudio de la normativa vigente, para los actores del proceso y una aplicación informática realizada en IBM BPM. Esta formalización representa un aporte en el contexto laboral-profesional dentro de la facultad de ingeniería de sistemas y en toda la institución ya que contribuiría a la mejora en el servicio asociado al proceso.

### ✓ **Diagnóstico de la situación actual del proceso:**

Mediante la ejecución de la primera fase de la metodología ISEA, la identificación, se logró establecer el estado de situación actual del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación, donde se evidenció la problemática del proceso que abarca la desorganización, la falta de conocimiento de la normativa, la falta de un manual con procedimientos que ayuden al usuario a entender cómo proceder en el proceso y el desperdicio de tiempo que se generaba muchas veces al realizar actividades repetitivas y manuales. La información se obtuvo mediante entrevistas con los usuarios funcionales del proceso y se incluyó el estudio de la normativa relacionada vigente primordial para realizar el manual del proceso.

### ✓ **Formalización del proceso.**

La formalización del proceso incluyó todo el ciclo de vida de la metodología ISEA, la que permitió interactuar con los actores principales del proceso mediante juegos serios, con el fin de obtener información real y poder identificar dificultades y mejoras del proceso. Con esta información recopilada se elaboró un manual que incluye la caracterización, diseño, identificación de roles y funciones, y la descripción de los procedimientos específicos que contienen todas las actividades y documentos asociados al proceso.

✓ **Propuesta de informatización del proceso.**

Para desarrollar la propuesta de informatización del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación, se siguió las 2 primeras fases del ciclo de vida de IBM BPM; “diseño e implementación” y “ejecución y depuración” que a su vez constan de 7 pasos, en los cuales, se diseñó el flujo del proceso utilizando la notación BPMN 2.0., se crearon los objetos de negocio necesarios para manipular los datos del proceso, se diseñaron las interfaces de usuario, se definieron los grupos y usuarios que corresponden a los roles del proceso, se establecieron las reglas del negocio, se realizó la integración de servicios para el envío de notificaciones vía mail y la generación de informes PDF y finalmente se pudo ejecutar el proceso en el Process Portal, que es el ambiente real en que los usuarios interactuarán con el proceso.

✓ **Evaluación del producto**

Para la evaluación de la propuesta de informatización del Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación se utilizó las pruebas de funcionalidad y usabilidad que se llevaron a cabo mediante la técnica de la caja negra o Black Box Testing que permitió evaluar las salidas generadas en respuesta a las entradas seleccionadas y las condiciones de ejecución ignorando el mecanismo interno del sistema o código fuente.

Mediante las pruebas de funcionalidad se detectaron los problemas que se presentaron a nivel de interfaz con interacción con el usuario, lo que permitió mejorar el producto haciéndolo más amigable con el usuario y más eficaz a la hora de obtener los datos requeridos por el usuario.

Las pruebas de usabilidad se desarrollaron tomando en cuenta una técnica de muestreo estadístico para determinar un tamaño muestral, que permitió realizar la prueba a un número aleatorio de usuarios con lo que se puede obtener aproximaciones de datos reales con respecto a lo que se está evaluando.

Finalmente se obtuvo un porcentaje de 63% relativamente alto después de haber sometido el producto a las pruebas de usabilidad, que representa el buen grado de aceptación de la propuesta de informatización que tuvo con los usuarios.

## 5. RECOMENDACIONES

### ➤ Integración

Para el correcto funcionamiento del proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación es recomendable integrarlo con el proceso de Gestión de Formulación, Seguimiento y Evaluación de Proyectos de la FIS ya que los datos generados y guardados en este proceso son insumos para el otro y que además son obligatorios para la continuidad del proceso. Además, se debe incluir a esta propuesta los servicios que se utilizan en la EPN como el servidor para la gestión de archivos, los servicios web conectados a la base de datos institucional, el servicio smtp, entre otros.

### ➤ Simulación

Se recomienda realizar simulaciones del proceso en tiempo real mediante la herramienta IBM BPM Advanced, implementada en una infraestructura de alto rendimiento similar a la del ambiente de producción, con el fin de obtener datos relevantes que pueden afectar al proceso y que no se pueden obtener con pruebas de corto alcance como las que se realizaron en el presente proyecto. Estos datos pueden incluir, tiempos de inicio o fin de las actividades, carga operativa que puede soportar, grandes cantidades de datos que se recopilen de forma estadística y que sean de utilidad en la toma de decisiones de la institución, pruebas de estrés que incluyan el manejo extensivo de datos y archivos.

### ➤ Seguimiento

El Proceso de Gestión de Auspicio Institucional para la Presentación de Resultados en el Marco de Proyectos de Investigación está sujeto a varios reglamentos que muchas veces varían de acuerdo a la situación de la institución o del país, como es el caso de la resolución administrativa 002-2016 que autorizaba solo viajes relacionados a proyectos de investigación. Es por esto que se debe realizar un seguimiento continuo a los aspectos relacionados al proceso y en especial a la normativa vigente relacionada ya que puede afectar drásticamente a la ejecución del proceso.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Santórum., “ISEA: Une méthode ludique et participative pour la représentation et l’amélioration des processus métier,” Ph.D. dissertation, Université de Grenoble, 2011.
- [2] IBM-Software. IBM Business Process Manager. [Online]. Available: <http://www-03.ibm.com/software/products/en/business-process-manager-family#>.
- [3] DGIP. Planificación Académica. [Online]. Available: <http://intranet.epn.edu.ec/index.php/2014-06-02-17-02-55/formularios-saew/view.download/29/108>.
- [4] Escuela Politécnica Nacional, “Estatuto de la EPN Aprobado por el CES”, 2013.
- [5] Consejo de Facultad de Ingeniería de Sistemas, “Plan Estratégico marzo 2014-marzo 2017,” Escuela Politécnica Nacional, pp. 1–28, 2017.
- [6] Dirección de Asesoría Jurídica, “Resolución Administrativa No. 002-2016,” p. 3, 2016.
- [7] Quality management systems -- Requirements, ISO 9001, p. 27, 2008.
- [8] Quality management systems -- Fundamentals and vocabulary, ISO 9000, 2015. [Online]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>.
- [9] J.-N. Gillot, “Introduction-Definitions,” in *La gestion des processus métiers*, 2007, pp. 23-24, ISBN:978-2-9528-2660-0.
- [10] W. Van Der Aalst, A. Hofstede, and M. Weske, “Business Process Management: A Survey,” Springer, pp. 1–12, 2003.
- [11] M. Weskw, “Business Process Management Concepts, Languages, Architectures,” vol. 54, no. 2. Springer, 2012.
- [12] R. Ko, S. Lee, and E. Wah Lee, “Business process management (BPM) standards: a survey”, Emerald Group Publishing Limited, vol. 15, No. 5. 2009.
- [13] Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0, OMG, p. 170, 2011.
- [14] BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation. [Online]. Available: [http://www.bpmb.de/images/BPMN2\\_0\\_Poster\\_EN.pdf](http://www.bpmb.de/images/BPMN2_0_Poster_EN.pdf).
- [15] K. Pipan, M. Sokovic, D. Pavletic, “Quality Improvement Methodologies – PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS,” JAMME., vol. 43, No. 1, pp. 476–483, 2010.
- [16] R. Ernoul, “le grand livre de la qualité,” AFNOR, 2010. [Online]. Available: <http://www.scribd.com/doc/146104166/le-grand-livre-de-la-qualite-page-qse-pdf#scribd>.
- [17] M. Singh, I. A. Khan, and S. Grover, “Tools and Techniques for Quality Management In Manufacturing Industries,” YMCA University of Science and Technology. Faridabad, Haryana, Oct 19-20, 2012, no. 1995, pp. 853–859, 2012.

- [18] H. Reijers, "Implementing BPM systems: the role of process orientation," Emerald Group Publishing Limited., vol. 12, no. 4, pp. 389–409, 2006.
- [19] H. Smith and P. Fingar, "BPM's Third Wave," *World War II*, pp. 1–10, 2003.
- [20] L. Dyer et al., "Scaling BPM Adoption: From Project to Program with IBM Business Process Manager," p. 266, 2012.
- [21] IBM Knowledge Center, "IBM Business Process Manager overview." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSFTN5\\_8.5.7/com.ibm.wbpm.main.doc/topics/ibmbmp\\_overview.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSFTN5_8.5.7/com.ibm.wbpm.main.doc/topics/ibmbmp_overview.html).
- [22] D. Atwood, "BPM Product Analysis: A Comparison of IBM Business Process Manager and Oracle BPM," 2013.
- [23] McGregor, S.L.T., & Murnane, J. A., "Paradigm, methodology and method: Intellectual integrity in consumer scholarship.," *Int. J. of Consumer. Stud.*, vol. 34, pp. 419–427, 2010.
- [24] M. Santorum, "A Serious Game based Method for Business Process Management," *5th Int. Conf. on RCIS*, Gosier-France, © IEEE. doi: 10.1109/RCIS.2011.6006843, 2011.
- [25] R. Yacelga, *Actividades de la Metodología Isea*, Quito, 2014.
- [26] IBM Knowledge Center, "Getting started with IBM Business Process Manager." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFPJS\\_8.5.7/com.ibm.wbpm.main.doc/topics/gettingstarted\\_landingpage.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFPJS_8.5.7/com.ibm.wbpm.main.doc/topics/gettingstarted_landingpage.html).
- [27] IBM Knowledge Center, "Business objects." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLKT6\\_7.6.0/com.ibm.mt.doc/configur/c\\_bos.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLKT6_7.6.0/com.ibm.mt.doc/configur/c_bos.html).
- [28] IBM Knowledge Center, "Creación de una definición de proceso de negocio (BPD)." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFPJS\\_8.5.7/com.ibm.wbpm.wle.editor.doc/topics/creating\\_bpd.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFPJS_8.5.7/com.ibm.wbpm.wle.editor.doc/topics/creating_bpd.html).
- [29] W3Schools, "Styling HTML with CSS." [Online]. Available: [https://www.w3schools.com/html/html\\_css.asp](https://www.w3schools.com/html/html_css.asp).
- [30] IBM Knowledge Center, "Reglas de negocio." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFPJS\\_8.5.7/com.ibm.wbpm.wid.bpel.doc/busrules/topics/cundbus.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFPJS_8.5.7/com.ibm.wbpm.wid.bpel.doc/busrules/topics/cundbus.html).
- [31] IBM Knowledge Center, "Tipos de servicios." [Online]. Available: [https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFTN5\\_8.5.0/com.ibm.wbpm.wle.editor.doc/modeling/topic/understanding\\_service\\_types.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSFTN5_8.5.0/com.ibm.wbpm.wle.editor.doc/modeling/topic/understanding_service_types.html).
- [32] Tutorialspoint, "Software Testing Tutorial." [Online]. Available: [https://www.tutorialspoint.com/software\\_testing/software\\_testing\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/software_testing/software_testing_tutorial.pdf)
- [33] J. Whittaker, "What Is Software Testing? And Why Is It So Hard?," *IEEE Software*, vol. 17, no., pp. 70–79, January/February 2000, doi:10.1109/52.819971.

- [34] J. Paz, "Análisis del proceso de pruebas de calidad de software," Ing. Solidar., vol. 12, no. 20, pp. 0–66, 2016.
- [35] L. Williams, "Testing Overview and Black-Box Testing Techniques," 2006.
- [36] R. S. Pressman, "Software Testing Techniques," in *Software Engineering A practitioner`s Approach*, 5<sup>th</sup> ed. New York: McGrawHill, 2001, pp 437-456.
- [37] Information technology — Software product quality, ISO/IEC 9126-1, pp. 1–26, 2000.
- [38] Universidad de Albacete, "Muestreo aleatorio simple." [Online]. Available: <http://www.chospab.es/calidad/archivos/Metodos/Muestreo.pdf>
- [39] A. Singh, (2002, Jan 30) "Sampling Techniques." [Online]. Available: <http://cs.fit.edu/~jpmcgee/classes/CSE5800/SamplingTechniques.pdf>
- [40] J. Mellado, "Muestreo Estadístico," Dept. de Estd. y Cálculo, Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro, México, 2001.
- [41] M. Spiegel and L. Stephens, "Teoría elemental del muestreo," in *Estadística de Schaum*. 4th ed. México: McGrawHill, 2009, pp 203-207.
- [42] Vaxasoftware, "Tabla de distribución normal o de Gauss." [Online]. Available: [http://www.vaxasoftware.com/doc\\_edu/mat/dnormal.pdf](http://www.vaxasoftware.com/doc_edu/mat/dnormal.pdf)
- [43] V. Manzano, (2009-2013) "El tamaño de la muestra," [Online]. Available: <http://asignatura.us.es/dadpsico/apuntes/TamMuestra.pdf>.



## **7. ANEXOS**

En el CD se encuentran adjunto los anexos detallados a continuación:

**ANEXO I:** Elementos del estándar BPMN 2.0

**ANEXO II:** Estudio de Suites BPM

**ANEXO III:** Formato de entrevistas realizadas

**ANEXO IV:** Diagrama ISEA después de la fase de simulación.

**ANEXO V:** Manual del proceso

**ANEXO VI:** Pasos para realizar la conexión de la base de datos DB2 con IBM BPM

**ANEXO VII:** Pruebas de funcionalidad

**ANEXO VIII:** Tabla de distribución normal

**ANEXO IX:** Pruebas de Usabilidad