

Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 1



Título: Sistema de Gestión Académica de Postgrado versión 2.0.

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

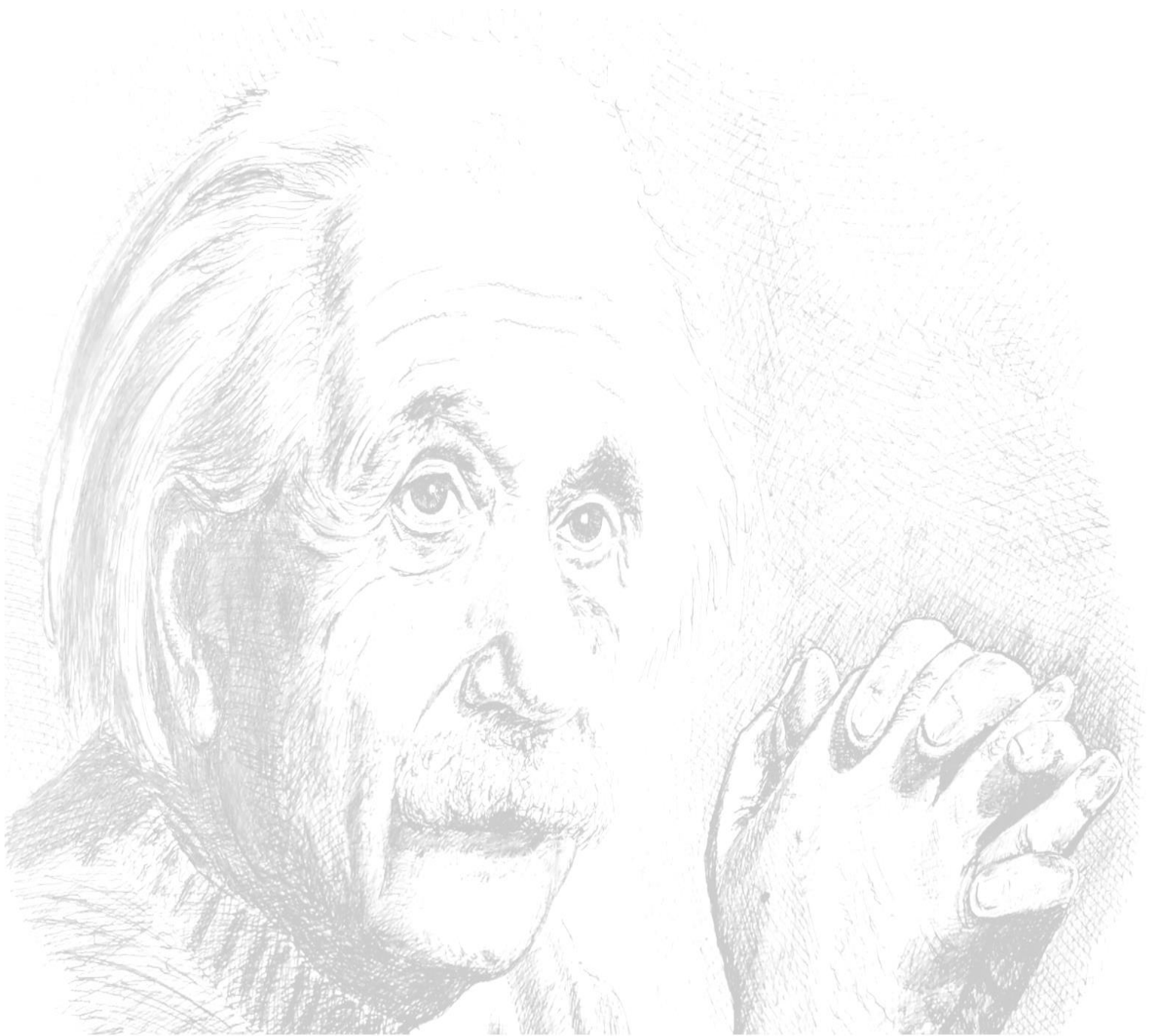
Autores:

Orlando Yacsell Martínez Batista
Richard Yanes Rapado

Tutores:

Msc. Yanicet Aveleira Rodríguez
Ing. Kilmeny Acuña Crespo
Ing. José Alejandro Garcia Calderón

La Habana, Cuba
Junio de 2014



“Nunca consideres el estudio como un deber, sino como una oportunidad para penetrar en el maravilloso mundo del saber”.

Albert Einstein

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos ser autores de la presente tesis y reconocemos a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Orlando Yacsell Martínez Batista

Firma del Autor

Richard Yanes Rapado

Firma del Autor

Msc. Yanicet Aveleira Rodríguez

Firma del Tutor

Ing. Kilmeny Acuña Crespo

Firma del Tutor

Ing. José Alejandro Garcia Calderón

Firma del Tutor

Datos de Contacto

Tutores:

Msc. Yanicet Aveleira Rodríguez: Máster en Informática Aplicada, graduada de Ingeniera en Ciencias Informáticas en el 2008. Perteneció al grupo de trabajo Arquitectura y Estándares de información de la Dirección Técnica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Ejerció como líder del Proyecto Gestión de Arquitectura de Información (Abad) del Centro de Informatización Universitaria (CENIA) de la facultad 1 de la propia universidad y actualmente se desempeña como especialista general en la Dirección de Proyectos Especiales.

Correo electrónico: yaveleira@uci.cu

Ing. Kilmeny Acuña Crespo: Ingeniera en Ciencias Informáticas, con 4 años de experiencia laboral, actualmente se desempeña como especialista general en el Departamento de Desarrollo de la Dirección de Informatización.

Correo electrónico: kacuna@uci.cu

Ing. José Alejandro Garcia Calderón: Ingeniero en Ciencias Informáticas, con 4 años de experiencia laboral, actualmente se desempeña como especialista general y líder de proyecto en el Departamento de Desarrollo de la Dirección de Informatización.

Correo electrónico: jacalderon@uci.cu



Agradecimientos

Richard

Quiero agradecer en primer lugar a mi papá, quien es al que más amo, por estar vivo y haberse dedicado a mi ser desde que vine al mundo, por sus consejos y regaños. A mi mamá, la mujer que más amo, por apoyarme en todo lo que hago sin ninguna condición, y por el hecho de existir en mi vida. A mi tía Ildé por ser mi segunda mamá, a mi prima Arianna por la ayuda emocional que me brinda, a ambas, junto a mi abuelita y mi tío Diago por ser parte fundamental de mi vida y darme mucho amor y cariño. A mis hermanos, en especial, a Jesús (Chuchi), por estar cuando acudo a él y ser una de las personas en quien más confío, a mi tío Julio, por haber sido parte clave de muchos momentos de mi niñez, porque a pesar de la distancia que nos separa, está siempre presente. A Willy, a Susi y a la memoria de Gladys, por haberme acogido como uno más de su familia. A mis compañeros de aula y amigos de la beca, en especial a Luis, Julio, Pedro, Amed, David, Ariel, Yasiel, Julio Edel, “el ruso” y a mi amiga Lillian (tutti), porque con ellos conviví y pasé momentos que incidieron en la formación de mi persona. Agradecer también a mis tutores y amistades que colaboraron y apoyaron con la tesis, en especial, a Kilmeny, Odaimys Mercedes y mi amiga Suany, por la importante e inolvidable ayuda, a Yasiel Pérez Vera, por sus consejos. En fin, a todos los que de alguna manera han contribuido a ser quien hoy soy.

Orlando

Agradezco a mis padres por ser mi sostén, ejemplo y guía en todo momento, porque a ellos les debo mi vida y todo lo que soy, en especial a mi mamá que tanto la amo. A mi hermana que es mi luz, mi alma y hasta etc, todo se resume en un “Te Amo Tata”. A mis abuelos que siempre me apoyaron, en especial a mi abuela América que es mi segunda madre. A mis tíos, especialmente a Ramoncito que lo considero como un padre, por ser tan atento conmigo y por siempre estar ahí. A mis primos, a mi mamá Mirella y a mi papá Torito, que espero se mejore pronto. A mis tutores, por toda la ayuda que me brindaron y un agradecimiento muy especial a la profesora Odaimys Mercedes por su gran ayuda, un detalle que nunca olvidaré. A mi piquete, las personas con las cuales he convivido en estos años y a los cuales voy a extrañar mucho por el gran lazo de amistad que hemos formado. En general, a todos mis amigos, especialmente los que de una forma u otra ayudaron en cuanto a mi formación como persona.



Resumen

El desarrollo de sistemas informáticos para la gestión de la información de muchos de los procesos en las universidades, es el medio para mejorarlos, aportándoles agilidad, eficiencia y características propias de todo *software*. En la presente investigación se describen los antecedentes que presenta el proceso de gestión académica de postgrado en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) y se realiza un análisis concerniente a los problemas que presenta el Sistema de Gestión Académica de Postgrado versión 1.0. Muestra las principales definiciones asociadas a la educación de postgrado, se hace una valoración de los aspectos relacionados con los sistemas homólogos estudiados, se describen las herramientas, lenguajes, tecnologías y metodología utilizada. Además se aborda la descripción de la arquitectura comprendiendo el patrón de arquitectura, los patrones de diseño, los componentes visuales, el diagrama de despliegue y el modelo de datos. También se documentan las pruebas de verificación y validación de *software* y se obtiene finalmente la versión 2.0 del Sistema de Gestión Académica de Postgrado que apoya el proceso académico de postgrado en la Universidad de las Ciencias Informáticas y contribuye a satisfacer las expectativas de los usuarios finales.

Palabras clave: Gestión académica, postgrado, sistemas informáticos, versión.



Índice general

Introducción	1
Capítulo 1: Fundamentos teóricos	5
1.1 Marco conceptual	5
1.2 Análisis de sistemas homólogos	7
1.2.1 Ámbito internacional.....	7
1.2.2 Ámbito nacional.....	8
1.2.3 Valoración de los sistemas homólogos.....	9
1.3 Ambiente de desarrollo	10
1.3.1 Herramienta para el desarrollo del código fuente.....	11
1.3.2 Herramientas de modelado y diseño.....	11
1.3.3 Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD).....	12
1.3.4 Herramienta para la administración de la base de datos.....	13
1.3.5 Herramienta de prueba.....	13
1.3.6 Servidor web.....	14
1.3.7 Lenguaje de modelado.....	15
1.3.8 Lenguajes de programación.....	15
1.3.9 Marco de trabajo.....	17
1.3.10 Proceso de desarrollo de software.....	20
1.4 Conclusiones parciales	21
Capítulo 2: Análisis y diseño de la propuesta de solución	22
2.1 Descripción de la propuesta de solución	22
2.2 Integración de la propuesta de solución	22
2.3 Descripción del macro-proceso docencia de postgrado	26
2.3.1 Proceso de negocio de gestión de la formación académica de postgrado.....	27
2.3.2 Proceso de negocio de registro y control docente.....	28
2.3.3 Proceso de negocio de gestión de titulaciones.....	28
2.3.4 Proceso de negocio de salida de información en la gestión de las actividades de postgrado.....	29
2.4 Requisitos del sistema	30
2.4.1 Técnicas de obtención de requisitos.....	30
2.4.2 Requisitos funcionales.....	31
2.4.3 Requisitos no funcionales.....	35
2.4.4 Descripción de requisitos funcionales.....	36
2.5 Descripción de la arquitectura	38
2.5.1 Patrón de arquitectura.....	38
2.5.2 Patrones de diseño.....	40
2.5.3 Componentes visuales del sistema.....	42
2.5.4 Diagrama de despliegue.....	44
2.5.5 Modelo de datos.....	45



2.6	Conclusiones parciales.....	46
Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta de solución		47
3.1	Técnicas de programación	47
3.1.1	Programación Orientada a Objetos.....	47
3.1.2	Programación Orientada a Eventos	48
3.2	Estándares de codificación	48
3.3	Validación de los requisitos	49
3.3.1	Resultado de la revisión de requisitos.....	50
3.4	Pruebas de software	51
3.4.1	Pruebas unitarias.....	51
3.4.2	Pruebas de integración.....	55
3.4.3	Pruebas del sistema	56
3.4.4	Pruebas de aceptación	60
3.5	Conclusiones parciales.....	60
Conclusiones		61
Recomendaciones		62
Bibliografía Referenciada.....		63
Bibliografía Consultada.....		66
Glosario de Términos		70
Anexos.....		72
Anexo 1: Diagramas de procesos de negocios		72
Anexo 2: Descripciones de requisitos funcionales		76
Anexo 3: Vistas principales.....		86
Anexo 4: Modelo de datos		88
Anexo 5: Casos de pruebas de caja blanca		94
Anexo 6: Casos de pruebas de integración		100
Anexo 7: Casos de pruebas de caja negra.....		103
Anexo 8: Resultados de pruebas del sistema (rendimiento)		147



Índice de figuras

Figura 1: Modelo de procesos DAC.....	20
Figura 2: Llamadas remotas entre bases de datos.	25
Figura 3: Funcionamiento del MVC en GUUD.	39
Figura 4: Diagrama de despliegue.	44
Figura 5: Fragmento del modelo de datos físico del módulo Actividad postgraduada.	46
Figura 6: Proceso de negocio de gestión de la formación académica.	73
Figura 7: Proceso de negocio de registro y control docente.	74
Figura 8: Proceso de negocio de gestión de titulaciones.	75
Figura 9: Proceso de negocio de salidas de información en la gestión de actividades de postgrado.	76
Figura 10: Vista de presentación.	86
Figura 11: Vista de escritorio.	87
Figura 12: Vista de gestión de procesos.	88
Figura 13: Parte 1. Modelo de datos físico del módulo Actividad Postgraduada.	89
Figura 14: Parte 2. Modelo de datos físico del módulo Actividad Postgraduada.	90
Figura 15: Parte 1. Modelo de datos físico del módulo Reportes y gráficas.	91
Figura 16: Parte 2. Modelo de datos físico del módulo Reportes y gráficas.	92
Figura 17: Parte 1. Modelo de datos físico del módulo Control Postgraduado.	93
Figura 18: Parte 2. Modelo de datos físico del módulo Control Postgraduado.	94
Figura 19: Crear grupo de certificación con 100 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.	147
Figura 20: Crear grupo de certificación con 500 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.	147
Figura 21: Crear grupo de certificación con 1000 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.	147
Figura 22: Crear inscripción de maestría con 100 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.	147
Figura 23: Crear inscripción de maestría con 500 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.	148
Figura 24: Crear inscripción de maestría con 1000 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.	148



Índice de tablas

Tabla 1: Comparación entre sistemas homólogos.....	9
Tabla 2: Ejemplo de utilización de la tecnología PL/Proxy.	26
Tabla 3: Requisitos funcionales.	35
Tabla 4: Requisitos no funcionales.	36
Tabla 5: Descripción del requisito Mostrar informe total.....	37
Tabla 6: Criterios de validación.	50
Tabla 7: Caso de prueba de caja blanca DIN_POS_AP_OADI.	55
Tabla 8: No conformidades por iteraciones caja blanca.....	55
Tabla 9: Descripción de las variables del caso de prueba Mostrar informe total.	57
Tabla 10: Diseño de caso de prueba Mostrar informe total.	58
Tabla 11: No conformidades por iteraciones caja negra.	58
Tabla 12: Resultados obtenidos luego de realizadas las pruebas de rendimiento.	59
Tabla 13: Descripción del requisito Crear inscripción de maestrías.	83
Tabla 14: Descripción del requisito Mostrar inscripciones de maestrías.....	85
Tabla 15: Caso de prueba de caja blanca DIN_POS_AP_LM.	98
Tabla 16: Caso de prueba de caja blanca DIN_POS_T_LTFF.	100
Tabla 17: Prueba de integración del módulo Reportes y Gráficas al módulo de Actividad Postgraduada.....	100
Tabla 18: Prueba de integración del módulo Reportes y Gráficas al módulo de Control Postgraduado.....	101
Tabla 19: Prueba de integración del módulo Participantes al módulo de Actividad Postgraduada.	101
Tabla 20: Prueba de integración del módulo Participantes al módulo de Control Postgraduado. ..	102
Tabla 21: Prueba de integración del módulo Titulaciones al módulo de Actividad Postgraduada..	102
Tabla 22: Prueba de integración del módulo Actividad Postgraduada al módulo Personal.	103
Tabla 23: Prueba de integración del módulo Titulaciones al módulo Estructura y Composición. ..	103
Tabla 24: Parte uno. Diseño de caso de prueba Crear convocatoria de actividad.....	109
Tabla 25: Parte dos. Diseño de caso de prueba Crear convocatoria de actividad.....	116
Tabla 26: Diseño de caso de prueba Mostrar detalles de maestría.....	118
Tabla 27: Parte 1. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.....	125
Tabla 28: Parte 2. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.....	132
Tabla 29: Parte 3. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.....	139
Tabla 30: Parte 4. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.....	146



Introducción

En la actualidad, los estudios de alto nivel o de postgrado cumplen una función relevante en el mundo. Debido a la compleja situación de crisis enfrentada por muchos países en el presente, los mismos han avizorado la necesidad de conformar sistemas nacionales de educación de postgrado que sean rentables y constituyan instrumentos estratégicos de desarrollo sostenible, como es el caso particular de Cuba. Para ello, se debe garantizar la preparación de los graduados universitarios con el objetivo de complementar, actualizar y profundizar los conocimientos y habilidades que poseen; lo que contribuirá a fortalecer y mantener las competencias profesionales, elevar la calidad de la actividad laboral y lograr una mayor cantidad de avances científico-técnicos dentro de la sociedad.

La educación de postgrado comprende un conjunto de procesos formativos y de desarrollo orientado en dos direcciones diferentes pero complementarias (1):

1. **Superación profesional:** *Esta modalidad tiene como objetivo la formación permanente y actualización sistemática de los graduados universitarios, el perfeccionamiento del desempeño de sus actividades profesionales y académicas, así como el enriquecimiento de su acervo cultural (1).*
2. **Formación académica:** *Esta modalidad tiene como objetivo la educación postgraduada con una alta competencia profesional y avanzadas capacidades para la investigación y la innovación, lo que se reconoce con un título académico o un grado científico. Constituyen formas organizativas del postgrado académico la especialidad de postgrado, la maestría y el doctorado. La formación postdoctoral es un proceso de actualización permanente para profesores e investigadores con el grado científico de doctor, que puede tener expresiones diferentes en la diversidad de la educación de postgrado (1).*

De acuerdo con lo legislado en Cuba, el Ministerio de Educación Superior (MES) es la autoridad a la que le corresponde la función rectora de definir y controlar las estrategias de postgrado a escala nacional, las cuales guardan una estrecha relación con las proyecciones sociales, económicas, políticas y culturales del país. Por otra parte, los centros de educación superior son los encargados de promover y coordinar las acciones, recursos y voluntades para determinar y satisfacer las necesidades de formación académica de postgrado de los egresados universitarios.

En este sentido, la Universidad de las Ciencias Informáticas, como línea de avanzada en la producción de *software* y servicios informáticos que apoya la informatización de la sociedad cubana y la propia universidad, cuenta con la Dirección de Informatización (DIN), y esta a su vez con un sistema para la gestión de los procesos de postgrado denominado **Sistema de Gestión Académica de Postgrado**. Dicho



sistema en su versión actual, gestiona en su totalidad las formas organizativas de la superación profesional pero no las de formación académica. Estas últimas, son actualmente gestionadas de forma manual por el personal asignado para ello en cada facultad y en la dirección de postgrado de la universidad. Lo anterior, conlleva a un excesivo burocratismo que dificulta el trabajo del personal implicado y por ende, lentitud en los procesos y una mayor posibilidad de errores humanos, al generarse gran cantidad de información en formato duro. Por consiguiente, dicho personal necesita solucionar sus problemas actuales y espera obtener una solución acertada que esté a la altura de sus necesidades.

La versión existente no tiene implementada funcionalidades que son de alta prioridad en la actualidad y que automatizan los procesos de gestión de las actividades de formación académica (especialidades de postgrado, maestrías y doctorados); entre las que se encuentran:

- Creación y modificación de actividades.
- Creación y modificación de convocatorias.
- Convalidación de actividades lectivas¹.
- Creación y modificación de evaluaciones de los diferentes grupos docentes.
- Creación, modificación y eliminación de los trabajos finales.
- Creación, modificación y eliminación de los tribunales.
- Creación, modificación y eliminación de los cronogramas de defensa de los trabajos finales.
- Integración con el Sistema de Impresión de Documentos Acreditativos del Sistema de Gestión Universitaria (SGU).
- Creación, modificación y eliminación de reportes estáticos y dinámicos² de los datos resultantes de la gestión de los procesos de postgrado.

Debido a lo anteriormente expuesto, se plantea el siguiente **problema de investigación**: *¿Cómo apoyar el proceso académico de postgrado en la Universidad de las Ciencias Informáticas, de modo que contribuya a satisfacer las expectativas de los usuarios finales?*

Se identifica como **objeto de estudio** el proceso de gestión académica de postgrado y el **campo de acción** se enmarca, en el proceso de gestión académica de postgrado en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

¹ **Actividades Lectivas**: Son aquellas actividades que implican la docencia directa del profesor o tutor y que componen las diferentes actividades de formación académica.

² **Reportes Dinámicos**: Son aquellos que se configuran en el momento en que se crean y la forma en que muestran la información no es definida durante su implementación, sino en el momento en que se confeccionan por el usuario final.



Se define como **objetivo general** de la investigación: Complementar el Sistema de Gestión Académica de Postgrado mediante el desarrollo de una segunda versión que apoye el proceso académico de postgrado en la Universidad de las Ciencias Informáticas y contribuya a satisfacer las expectativas de los usuarios finales.

Como **objetivos específicos** se plantean:

1. Establecer los fundamentos teóricos-metodológicos para el desarrollo de sistemas informáticos de gestión de información.
2. Analizar y diseñar la versión 2.0 del sistema informático para la gestión de información en los procesos académicos de postgrado.
3. Implementar la versión 2.0 del sistema informático para la gestión de información en los procesos académicos de postgrado.
4. Validar el sistema informático para la gestión de información en los procesos académicos de postgrado aplicando pruebas de verificación y validación de *software*.

El desarrollo de esta investigación está comprendido en tres capítulos desglosados de la siguiente forma:

Capítulo 1 “Fundamentos teóricos”: En este capítulo se presentan los elementos teóricos de la investigación. Se describen, las principales definiciones asociadas con la formación académica de la educación de postgrado, las características y la valoración de los sistemas homólogos estudiados y analizados, así como también se caracterizan las herramientas, tecnologías y metodología que sentarán las bases para el desarrollo del presente trabajo.

Capítulo 2 “Análisis y diseño de la propuesta de solución”: En este capítulo se realiza un estudio del flujo de los procesos y se hace un análisis de su ejecución actual. Se establece la estrategia utilizada para la captura de requisitos, especificándose tanto los funcionales como los no funcionales, así como la descripción de cada uno. Además se aborda la descripción de la arquitectura comprendiendo el patrón de arquitectura, los patrones de diseños, los componentes visuales, el diagrama de despliegue y el modelo de datos.

Capítulo 3 “Implementación y validación de la propuesta de solución”: Este capítulo contiene la implementación del sistema, incluyendo las técnicas y estándares de programación utilizados. Se dan a conocer las pruebas a realizar para validar la solución y los resultados obtenidos en la ejecución de las mismas.



Para la realización y culminación de la presente investigación, se hizo necesaria la utilización de varios métodos científicos que a continuación se describen.

Los **métodos teóricos** que se utilizaron fueron:

Análisis histórico-lógico: Se utilizó para el análisis de las actividades de superación profesional y formación académica de postgrado, así como los procesos involucrados en la gestión de dichas actividades; su evolución, estado actual, alcance dentro del SGAP y la información almacenada como resultado de los procesos mencionados; utilizando como apoyo y consulta diferentes documentos legales relacionados con la educación de postgrado dentro del sistema de educación superior en Cuba.

Analítico-sintético: Se utilizó para el estudio minucioso de cada proceso involucrado en la gestión de las actividades postgraduadas reflejadas en cada módulo y sus respectivas funcionalidades, así como su interrelación, dependencia y unión como un sistema.

Modelación: Este método permitió representar de manera gráfica y abstracta determinados flujos del negocio, lo que facilitó un mejor entendimiento de cada uno de los procesos involucrados en las funcionalidades implementadas en el sistema.

Por último, dentro de los **métodos empíricos** se hizo uso de la **entrevista informal**, para profundizar en la investigación a través de las opiniones de especialistas, expertos en el tema y usuarios finales; y con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información posible referente a los requisitos funcionales y no funcionales que tributen a la propuesta de solución.



Capítulo 1: Fundamentos teóricos

En el presente capítulo se presentan los conceptos y aspectos teóricos de los cuales se sustenta y apoya la investigación. Se muestran los resultados del estudio a nivel de universidad, a nivel nacional e internacional de sistemas que gestionan procesos evidenciados en la educación de postgrado y se fundamentan las tecnologías y metodología utilizada durante la etapa de desarrollo de la solución informática.

1.1 Marco conceptual

La superación de cada trabajador es una posibilidad existente en las universidades de muchos países del mundo. En Cuba, se cuenta con centros formadores de profesionales que brindan la misma posibilidad y reafirman la superación profesional como un derecho más dentro de la sociedad. Para ello, la educación de postgrado brinda una amplia gama de cursos, entrenamientos, diplomados, especialidades, maestrías y doctorados, gestionándose todos ellos mediante las normas y procedimientos establecidos. En el año 1976 se funda en Cuba el Ministerio de Educación Superior, convirtiéndose así, la educación de postgrado, en el nivel más elevado del Sistema Nacional de Educación.

Las actividades dentro de la educación de postgrado se organizan en forma de dos vertientes diferentes e interrelacionadas: la superación profesional y la formación académica. Dentro de la superación profesional, se pueden optar por varias actividades encontrándose las siguientes:

- **Cursos:** *posibilitan la formación básica y especializada de los graduados universitarios, comprende la organización de un conjunto de contenidos que abordan resultados de investigación relevantes o asuntos trascendentes con el propósito de complementar o actualizar sus conocimientos (1).*
- **Entrenamientos:** *al igual que los cursos posibilitan la formación básica y especializada de los graduados universitarios, particularmente en la adquisición de habilidades, destrezas y en la asimilación e introducción de nuevos procedimientos y tecnologías con el propósito de complementar, actualizar, perfeccionar y consolidar conocimientos y habilidades prácticas (1).*
- **Diplomados:** *tienen como objetivo la especialización de un área particular del desempeño, y propician la adquisición de conocimientos y habilidades académicas, científicas y/o profesionales en cualquier etapa del desarrollo de un graduado universitario, de acuerdo con las necesidades de su formación profesional o cultural. El diplomado está compuesto por un sistema de cursos y/o*



entrenamientos y otras formas articuladas entre sí, que culmina con la realización y defensa de un trabajo ante un tribunal (1).

La formación académica por su parte abarca las siguientes formas organizativas:

- **Maestrías:** *proporcionan a los graduados universitarios una amplia cultura científica y conocimientos avanzados en las áreas correspondientes del saber, una mayor capacidad para la actividad docente, científica, la innovación o la creación artística, en correspondencia con las necesidades del desarrollo económico, social y cultural del país (1).*
- **Especialidades:** *brindan actualización, profundización, perfeccionamiento o ampliación de las competencias laborales para el desempeño profesional que requiere un puesto de trabajo o familia de puestos de trabajo, en correspondencia con las necesidades del desarrollo económico, social y cultural del país (1).*
- **Doctorados:** *la Comisión Nacional de Grados Científicos establece las normas y resoluciones para el desarrollo de los grados científicos, que son: doctor en ciencias de determinada especialidad y doctor en ciencias. El grado de doctor en ciencias de determinada especialidad se otorga a los graduados de nivel superior que satisfagan los requisitos y las evaluaciones correspondientes a los programas que se establezcan, dentro de un proceso que culmina con la defensa de una tesis frente a un tribunal. El grado científico de doctor en ciencias se otorga a los doctores en ciencias de determinada especialidad que hayan realizado un trabajo de alto nivel de especialización en el campo del conocimiento al que se dediquen, con la defensa ante un tribunal competente, de una tesis que contenga la solución y generalización de un problema de carácter científico que constituya un aporte a la rama del conocimiento de que se trate (1).*

La comprensión de estas formas organizativas facilita el entendimiento de cómo y por qué se realizan actualmente. Es válido señalar que dentro de las actividades de postgrado existen diferencias en cuanto al proceso de culminación de estudios. A diferencia de los cursos y los entrenamientos, los cuales culminan con la entrega de un certificado, los diplomados, maestrías, especialidades y doctorados culminan con la entrega de un título al participante obtenido mediante la discusión de un **trabajo final ante un tribunal**³.

En relación con lo anteriormente expuesto, es importante destacar que los procesos educativos deben estar respaldados por un sistema de gestión. Un **sistema de gestión** no es más que una estructura

³ Para la defensa de una tesis o trabajo final de maestría o especialidad de postgrado se debe nombrar al menos un oponente, el cual forma parte del tribunal. El tribunal estará compuesto por un número impar de miembros, y su votación será directa y abierta.



probada para la gestión y mejora continua de las políticas, los procedimientos y procesos de una organización (2).

Por su parte, los **sistemas informáticos de gestión de la información** son extensamente utilizados debido a que mejoran la efectividad en cualquier proceso, reducen costos y tiempo, aumentan la satisfacción de clientes y partes interesadas, logran mejoras continuas y pueden adaptarse a los cambios. Por otro lado, brindan información útil, oportuna, segura e inmediata al solicitante, con el objetivo de satisfacer sus necesidades de forma autónoma y flexible. Están hechos para agilizar el trabajo de las personas que interactúan con ellos, siendo de gran ayuda tanto para el trabajador como para el que solicita la información (3).

A su vez, la **gestión académica** tiene como objetivo principal el llevar un control detallado del rendimiento académico del alumno, tomando como referencia la información relativa a las materias, contenidos entregados y evaluaciones de profesores. La información histórica de los programas de estudio, los resultados finales de los alumnos, el contenido de materias realizadas y los cursos realizados no es solo conservado a los efectos de la trazabilidad de esta información como evidencia de los procesos de educación en los centros de la enseñanza superior sino que también para el otorgamiento de créditos académicos, certificados y títulos expedidos (4).

1.2 Análisis de sistemas homólogos

El estudio y análisis de sistemas homólogos en esta investigación se realiza con los objetivos de obtener información útil sobre el flujo visual o diseño de las vistas y de tener una percepción del modo con que estos realizan la gestión de procesos de formación académica y culminación de estudios de postgrado. También con la intención de encontrar el código fuente de una solución, componente o parte de una aplicación web no privativa, que permita reutilizarlo, adaptarlo, que lleve algún tiempo en explotación y que mediante reportes dinámicos automatice los procesos de salida de información.

A continuación se caracterizan los principales sistemas estudiados y analizados que servirán para la valoración y cumplimiento de los objetivos propuestos.

1.2.1 Ámbito internacional

El **Sistema de Administración Académica de Postgrado (SAACP)**, es un sistema de información desarrollado en .Net de Microsoft, que apoya el proceso de gestión académica de los programas a nivel de postgrados que se imparten u ofrecen en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) de



Ecuador tales como maestrías, especializaciones y diplomados. El sistema divide la gestión de los procesos de postgrado en dos aplicaciones que se complementan una con otra.

La primera es una aplicación de escritorio que está dirigida a las unidades académicas que dictan los programas de postgrados y administra la información relacionada con Parámetros de Configuración, Profesores, Materias, Programas Académicos, Aspirantes, Estudiantes, Proceso de Graduación y Reportes varios para la salida de información.

La segunda es una aplicación web que va dirigida a profesores y estudiantes relacionados directamente con un programa de postgrado y contiene la información relacionada con los postgrados de ESPOL (5).

1.2.2 Ámbito nacional

El **Sistema de Gestión de Postgrado de las Villas** es un proyecto de investigación, que apoya al proceso de gestión académica de postgrado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV). Este posibilita la creación de actividades que no se definen dentro de ninguna forma organizativa, lo que evidencia una manera particular de procesar la información generada en la gestión de postgrado y complica la gestión de las formas organizativas de diplomado y las de formación académica. Como inconveniente se tiene que no maneja reportes dinámicos sobre los datos resultantes. Dicho sistema está implementado en Symphony, lleva poco tiempo de prueba y no hay información pública disponible sobre sus funcionalidades, ventajas y desventajas.

Por otra parte, el **Sistema de Gestión Académica de Pregrado** es el encargado de gestionar los procesos de formación de pregrado en la UCI y está integrado al SGU. Entre los módulos que lo componen existen dos de interés particular a los efectos de este estudio: “Reportes”, que hace posible la gestión de la salida de información a través de reportes dinámicos y con una interfaz de fácil uso para usuarios con conocimientos básicos en informática, y “Tesis y Títulos”, que gestiona los procesos de culminación de estudios para los estudiantes de pregrado.

Por último, se encuentra el **Sistema de Gestión Académica de Postgrado versión 1.0**, que es el encargado de gestionar los procesos de formación de postgrado en la UCI y está integrado al SGU. Esta primera versión gestiona las actividades de las formas organizativas de la superación profesional de postgrado y cuenta solo con reportes estáticos. El flujo de negocio de esta gestión es similar al de las actividades de la formación académica de postgrado, lo que permite utilizar las plantillas de algunas de sus vistas, modificarlas y adaptarlas como interfaz visual para ciertas funcionalidades a implementar.



1.2.3 Valoración de los sistemas homólogos

Durante el estudio de sistemas similares, se constató que el SGAP en su versión 1.0 brinda una idea visual y secuencial de los pasos “Entrada de datos generales”, “Entrada de datos de la actividad”, “Selección del programa de la actividad y de los créditos no lectivos” y la “Asociación de profesores” para inscribir las actividades de las formas organizativas de superación profesional que se gestionan, guardando semejanzas a las de formación académica.

Además, se evidenció que el **Sistema de Gestión Académica de Pregrado** cuenta con el módulo de “Tesis y Títulos” que gestiona los procesos vinculados a la culminación de estudios de los estudiantes universitarios, los cuales tienen semejanzas con los procesos de culminación de estudios de la formación académica de postgrado.

Al mismo tiempo, se analizaron los siguientes sistemas similares con el fin de buscar componentes o funcionalidades que sean reportes dinámicos para una posible reutilización, modificación o adaptación de su código fuente a las necesidades de la solución propuesta:

- Sistema de Administración Académica de Postgrado.
- Sistema de Gestión de Postgrado de las Villas.
- Sistema de Gestión Académica de Pregrado.

A continuación, se muestra una tabla comparativa de los tres sistemas anteriormente mencionados para su evaluación:

Características Sistemas	Liberado y en explotación	Reportes Dinámicos	Sistema Web	No privativa	Arquitectura similar a la del SGU.
Sistema de Administración Académica de Postgrado	Sí	No	No	No	No
Sistema de Gestión de Postgrado de las Villas	No	No	Sí	Sí	No
Sistema de Gestión Académica de Pregrado	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 1: Comparación entre sistemas homólogos.

Para dicha comparación, se tomaron en cuenta las siguientes características:

- Liberado y en explotación: Se refiere a si el *software* está siendo oficialmente utilizado, cumpliendo con las normas de calidad necesarias, ya terminado su desarrollo.



- Reportes dinámicos: Se refiere a si el *software* gestiona esta funcionalidad, elegida como objetivo en la búsqueda para una posible reutilización y adaptación de código, no contempla a los reportes estáticos.
- Sistema web: Se refiere al tipo de aplicación, si es un sistema totalmente web, tal como lo será la solución planteada en este trabajo, o una aplicación de escritorio.
- No privativa: Se refiere a si el sistema estudiado es *software* libre⁴ o desarrollado bajo la licencia de código abierto⁵, o si es totalmente *software* propietario.
- Arquitectura similar a la del SGU: Se refiere a si el sistema estudiado cumple con las mismas características arquitectónicas que el establecido por el centro de desarrollo y que utiliza el SGU, dentro del cual se encuentra el subsistema de Gestión Académica de Postgrado en su versión 1.0.

Una vez analizados los tres sistemas de la tabla comparativa y a manera de conclusión de lo anteriormente expuesto, se debe resaltar que solo el *Sistema de Gestión Académica de Pregrado* es el indicado para utilizarlo como fuente en la reutilización de código del reporteador dinámico, pues a pesar de que esta funcionalidad no está completamente optimizada ni adaptada al proceso de negocio de salida de información en la gestión de las actividades de postgrado, constituye un buen punto de partida. Conjuntamente, el *Sistema de Gestión Académica de Pregrado* brinda una noción de la manera en que se realiza la gestión de los procesos de culminación de estudios para la solución propuesta. Por último, el SGAP en su versión 1.0, posibilita el cambio y adaptación de sus vistas a la solución propuesta, tomándose como referencia los reglamentos y normas establecidas por el Ministerio de Educación para la gestión de las maestrías, especialidades y doctorados.

1.3 Ambiente de desarrollo

Las tecnologías constituyen un elemento clave en el desarrollo de *software* para guiar, organizar, facilitar, informatizar y agilizar un determinado proyecto. De la correcta selección, el buen uso y dominio que tenga el equipo de desarrollo sobre ellas, depende considerablemente la duración del proyecto, la completa utilización de sus ventajas y la calidad con que transcurre el proceso en cuestión hasta llegar al producto final. Para el proceso de desarrollo de *software* se utilizan las tecnologías mostradas en los subepígrafes

⁴ **Software libre:** según la Free Software Foundation, el *software* libre se refiere a cuatro libertades de los usuarios del *software*: la libertad de usar el programa, con cualquier propósito; de estudiar el funcionamiento del programa, y adaptarlo a las necesidades; de distribuir copias, con lo cual se puede ayudar a otros y de mejorar el programa y hacer públicas las mejoras, de modo que toda la comunidad se beneficie.

⁵ **Código abierto:** (en idioma inglés open source) es el término con el que se conoce al *software* distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones morales y/o filosóficas las cuales destacan en el llamado *Software* libre.



siguientes, establecidas por el Departamento de Desarrollo (DD) de la DIN del cual forma parte el proyecto Sistema de Gestión Académica de Postgrado.

1.3.1 Herramienta para el desarrollo del código fuente

El **Entorno de Desarrollo Integrado (por sus siglas en inglés IDE)** es un programa de aplicación que consiste en un editor de código, compilador, depurador y constructor de interfaz gráfica. Pueden ser aplicaciones por sí solas o pueden ser parte de aplicaciones existentes. Los IDE proveen un marco de trabajo y pueden utilizarse para uno o varios lenguajes de programación (6).

Netbeans (versión 7.2)

Es un IDE, modular, de base estándar (normalizado), una herramienta que permite a los programadores escribir, compilar, depurar y ejecutar programas en distintos sistemas operativos, debido que es multiplataforma. Puede servir para diversos lenguajes de programación sean web o no, además, existe un número importante de módulos para extender las funcionalidades del NetBeans IDE. Este entorno de desarrollo es un producto libre y gratuito, sin restricciones para su uso y se caracteriza por:

- Fácil y eficiente gestión de proyectos.
- Rápida y elegante edición de código.
- Admite Hojas de Estilo en Cascada (por sus siglas en inglés CSS) en su versión 3 en el editor NetBeans CSS, con completamiento de código, resaltado de sintaxis y documentación para los nuevos elementos CSS3, y nuevas configuraciones de propiedades específicas de navegador.
- Buena depuración del lenguaje Preprocesador de Hipertexto (por sus siglas en inglés PHP) (7).

1.3.2 Herramientas de modelado y diseño

Las herramientas de modelado y diseño son un conjunto de programas que dan asistencia a los analistas, ingenieros de *software* y desarrolladores durante todos los pasos del ciclo de vida de desarrollo de un *software*. Estos programas son útiles para llevar a cabo tareas tales como: modelado de procesos de negocio, funciones del sistema, esquemas de base de datos, la estructura de aplicaciones y construcción de prototipos de vistas de un *software*.

Visual Paradigm Enterprise Edition (versión 8.0)

Es una herramienta diseñada para usuarios interesados en el diseño de *software* orientado a objetos.

Esta herramienta se caracteriza principalmente por:

- Disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux).



- Uso de un lenguaje estándar común a todo el equipo de desarrollo que facilita la comunicación.
- Capacidades de ingeniería directa e inversa.
- Permite modelar base de datos mediante diagramas de entidad-relación.
- Permite modelar la arquitectura de *software* en diferentes niveles de abstracción.
- Soporta diferentes lenguajes de modelado, entre ellos el Unified Modeling Language (UML)⁶ y el Business Process Model Notation (BPMN)⁷, útiles para modelar procesos de negocios.
- Fácil de instalar y actualizar.
- Es útil para proyectos, entre estos los de *software* ágil.
- Editor de figuras (8).

Evolus Pencil (versión 1.3.4)

El Evolus Pencil es una herramienta utilizada en el diseño de diagramas y prototipos de interfaces de usuario. Es un programa libre, de código abierto, multiplataforma y puede agregarse como complemento para el Mozilla Firefox. Tiene la posibilidad de exportación a formatos HTML⁸, PNG⁹ y PDF¹⁰ (9).

1.3.3 Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)

Un Sistema Gestor de Bases de Datos, es el *software* que posibilita procesar y administrar los datos almacenados en una base de datos. Proporciona un conjunto coordinado de programas, procedimientos y lenguajes que permiten la manipulación de los datos, garantizando la seguridad de los mismos.

PostgreSQL (versión 9.1)

Es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional y con un código fuente disponible libremente. Es uno de los sistemas de gestión de bases de datos de código abierto más potente. Utiliza un modelo cliente/servidor y usa *multiprocesos* en vez de *multihilos* para garantizar la estabilidad del sistema. Entre las principales características de este gestor de bases de datos se pueden mencionar las siguientes:

⁶ **Unified Modeling Language (UML)**: El lenguaje Unificado de Modelado (por sus siglas en inglés UML) permite visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. Con este se modela no solo la estructura, comportamiento y arquitectura de aplicación, sino también los procesos de negocios.

⁷ **Business Process Modeling Notation (BPMN)**: Notación de Modelado de Procesos de Negocio, provee una notación común para que las personas relacionadas con los procesos puedan expresarlos gráficamente en una forma más clara, estandarizada y completa.

⁸ **Hypertext Markup Language (HTML)**: Lenguaje de Marcas de Hipertexto, es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web.

⁹ **Portable Network Graphics (PNG)**: Gráficos de Red Portátiles, es un formato gráfico de mapa de bits basado en un algoritmo de compresión sin pérdida no sujeto a patentes.

¹⁰ **Portable Document Format (PDF)**: Formato de Documento Portátil, es un formato de almacenamiento de documentos.



- Soporta distintos tipos de datos: soporte para los tipos base, soporte de datos de tipo fecha, monetarios, de elementos gráficos, datos sobre redes (*Media Access Control* [MAC], *Internet Protocol* [IP] y otras) y cadenas de bits.
- Permite la creación de tipos propios.
- Incorpora una estructura de datos *array*.
- Incorpora funciones de diversas índoles: manejo de fechas, geométricas y orientadas a operaciones con redes.
- Permite la declaración de funciones propias, así como la definición de disparadores.
- Soporta el uso de índices, reglas y vistas.
- Incluye herencia entre tablas (aunque no entre objetos, ya que no existen), por lo que a este gestor de bases de datos se le incluye entre los gestores objeto-relacionales.
- Permite la gestión de diferentes usuarios y los permisos asignados a cada uno de ellos (10).

1.3.4 Herramienta para la administración de la base de datos

Administrador de base de datos PgAdmin III (versión 1.12.1)

Es una herramienta gráfica para diseñar y gestionar sistemas de bases de datos PostgreSQL. Este *software* fue desarrollado como sucesor de los productos originales, PgAdmin y PgAdmin II, que, aunque populares, tenían limitaciones en el diseño que les evitó ser trasladados al “siguiente nivel”. La aplicación incluye un editor para el Lenguaje de Consulta Estructurado (por sus siglas en inglés SQL) con resaltado de sintaxis, un editor de código de la parte del servidor y un agente para lanzar *scripts* programados. La conexión al servidor puede hacerse mediante conexión TCP/IP o Unix Domain Sockets¹¹ (en plataformas *nix¹²), y puede encriptarse mediante SSL¹³ para mayor seguridad (11).

1.3.5 Herramienta de prueba

Las herramientas de prueba permiten probar el correcto funcionamiento de un *software* y el rendimiento bajo condiciones no favorables o extremas, ya sea de una parte aislada del *software* o del sistema como un todo.

¹¹ **Unix Domain Sockets**: Socket de dominio UNIX, es un socket virtual similar a un socket de Internet, que se utiliza para comunicación entre procesos de un mismo sistema operativo anfitrión.

¹² ***nix**: Denominación utilizada para los sistemas operativos derivados de Unix (Unix-Like).

¹³ **SSL**: Secure Sockets Layer, protocolo que permite establecer conexiones seguras a través de Internet, su fundamento consiste en interponer una fase de codificación de los mensajes antes de enviarlos a través de la red.



Apache JMeter (versión 2.3.1)

Apache JMeter es una aplicación de escritorio de código abierto desarrollada en Java; diseñada para realizar pruebas de cargas para análisis de rendimiento y verificación funcional de aplicaciones web. Desde entonces, se ha expandido a otras funciones de prueba (12).

Entre sus principales características se encuentran:

- Permite realizar peticiones a través del Protocolo de Transferencia de Hipertexto (por sus siglas en inglés HTTP) y del Protocolo de Transferencia de Archivos (por sus siglas en inglés FTP) a servidores de aplicaciones web.
- Interfaz ligera, de diseño sencillo y total portabilidad.
- Permite realizar pruebas concurrentes multihilos y pruebas simultáneas de diferentes funciones por grupos separados de hilos (12).

1.3.6 Servidor web

Un servidor web es un programa que atiende y responde a las diversas peticiones de los navegadores, proporcionándoles los recursos que solicitan mediante el protocolo HTTP o el Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto (por sus siglas en inglés HTTPS), la versión segura, cifrada y autenticada de HTTP (13).

Apache (versión 2.2.22)

Apache es el servidor web considerado por mucho tiempo el proyecto punta de lanza del movimiento de *Software Libre* en el mundo, por la ayuda en su impulso. Es muy importante poder contar con un *software* tan ligero, altamente configurable y a su vez libre, como es este.

Este trae consigo una serie de ventajas entre las que se encuentran:

- Es un servidor altamente configurable de diseño modular.
- Es una tecnología gratuita de código abierto.
- Funciona en Linux, en otros sistemas de Unix y Windows.

Apache 2 presenta diversas características, entre ellas: un elaborado y manejable índice de directorios, un directorio de alias, negociación de contenidos, informe de errores HTTP configurable, soporte de SSL,



gestión de recursos para procesos hijos, reescritura de los Localizadores Uniforme de Recursos (por sus siglas en inglés URL), comprobación de la ortografía de las URL y manuales en línea¹⁴ (14).

1.3.7 Lenguaje de modelado

El lenguaje natural está poblado de ambigüedades, a menudo se necesita entender el contexto de una frase en particular para que la misma tenga sentido. Los lenguajes de modelado reducen esta ambigüedad ya que limitan la cantidad de palabras que se puede usar para construir las oraciones. Además, cada elemento de un lenguaje de modelado tiene típicamente un significado bien definido, que reduce la cantidad de tiempo necesaria para interpretar y entender el diagrama (15).

Lenguaje Unificado de Modelado

Es un popular lenguaje de modelado de sistemas de *software*. Se trata de un lenguaje gráfico para construir, documentar, visualizar y especificar un sistema de *software*. Captura decisiones y conocimiento sobre los sistemas que se deben construir. Se usa para entender, diseñar, configurar, mantener y controlar la información sobre tales sistemas. Unifica la experiencia sobre técnicas de modelado e incorpora las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar. Incluye conceptos semánticos, notación, y principios generales. Viabiliza la realización de diagramas estáticos, dinámicos, de entorno y organizativos. Puede ser utilizado en herramientas interactivas de modelado visual que tengan generadores de código, así como generadores de informes. Propicia apoyo a la mayoría de los procesos de desarrollo orientados a objetos (16).

1.3.8 Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es una técnica estándar de comunicación que permite expresar las instrucciones que han de ser ejecutadas en una computadora. Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen un programa informático. Con los lenguajes de programación el programador puede especificar de manera precisa: sobre qué datos una computadora debe operar, cómo deben ser estos almacenados y transmitidos y qué acciones debe tomar bajo una variada gama de circunstancias. Todo esto, a través de un lenguaje que intenta estar relativamente próximo al lenguaje humano o natural (17).

¹⁴ **En línea:** del inglés online, en este contexto se utiliza para indicar que los manuales están disponibles en internet y son asequibles mediante la red.



Lenguaje de Marcas de Hipertexto (versión 4)

El lenguaje de marcas de hipertexto (por sus siglas en inglés HTML) se basa en el metalenguaje SGML¹⁵ y es el formato de los documentos de la WWW¹⁶. Los documentos HTML están en formato de texto sencillo (conocido como ASCII), por eso se puede utilizar un simple procesador de textos para escribir un documento en lenguaje HTML. El HTML no admite definir de forma estricta la apariencia de una página, aunque en la práctica, se utiliza igualmente como un lenguaje de presentación. Los archivos HTML se leen en un navegador web tal como Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla Firefox y Opera. De esta manera, existen dos herramientas fundamentales e imprescindibles asociadas al lenguaje HTML: por un lado, los editores HTML (para crear documentos HTML) y, por otro, los navegadores (para visualizar dichos documentos) (18).

JavaScript (versión 1.8)

Lenguaje que funciona del lado del cliente y los navegadores se encargan de interpretar el código. Se incorpora en cualquier página web y se ejecuta sin la necesidad de instalar otro programa para su visualización. Brinda muchas posibilidades, se utiliza para crear pequeños programas que luego son insertados en una página web y en programas más grandes. Permite crear diferentes efectos e interactuar con los usuarios, además, existen diversas librerías basadas en este lenguaje que facilitan la programación del lado del cliente. JavaScript es soportado por la mayoría de los navegadores como: Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla Firefox (19).

Preprocesador de Hipertexto (versión 5.3.6)

El Preprocesador de hipertexto (por sus siglas en inglés PHP) es un lenguaje de código abierto especialmente adecuado para el desarrollo web y se encuentra enfocado principalmente en la programación de *scripts* del lado del servidor. Lo mejor de usar PHP es que es extremadamente simple para el principiante y permite el uso de la Programación Orientada a Objetos (POO). PHP es un lenguaje multiplataforma por lo que puede usarse en los principales sistemas operativos, Linux y Windows. Admite la mayoría de servidores web de hoy en día, incluyendo Apache. Este, a su vez, ofrece muchas características avanzadas para los programadores profesionales como el soporte para un amplio abanico de bases de datos (entre ellos se encuentra PostgreSQL), además, cuenta con soporte para comunicarse

¹⁵ **Lenguaje Estándar de Marcado Generalizado (por sus siglas en inglés SGML):** Un lenguaje de marcas generalizado, no especifica cómo deben verse las cosas o el proceso que se ha de realizar, sino que provee información sobre la estructura del documento e identifica las partes lógicas y el tipo de elementos que constituyen el documento.

¹⁶ **WWW:** World Wide Web, "Red Global Mundial" o "Red de Amplitud Mundial", es un sistema de documentos de hipertexto o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet.



con otros servicios usando protocolos tales como: Protocolo Ligero de Acceso a Directorios (por sus siglas en inglés LDAP), Protocolo de Acceso a Mensajes de Internet (por sus siglas en inglés IMAP), Protocolo Simple de Administración de Red (por sus siglas en inglés SNMP), Protocolo para la Transferencia de Noticias en Red (por sus siglas en inglés NNTP), Protocolo de Oficina de Correo (por sus siglas en inglés POP3) y HTTP. Otra característica muy útil es el procesamiento de texto, el cual incluye las expresiones regulares, muchas extensiones y herramientas para el acceso y análisis de documentos XML¹⁷ (20).

1.3.9 Marco de trabajo

Un marco de trabajo es una estructura de *software* integrada por componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de una aplicación, es decir una aplicación genérica, incompleta y configurable, a la que se puede añadir las últimas piezas para construir una aplicación concreta (21).

JQuery (versión 1.7.1)

Es una librería de JavaScript, que facilita la forma de interactuar con los documentos HTML y el acceso a los objetos del Modelo de Objetos del Documento (por sus siglas en inglés DOM). Facilita el manejo de eventos, el desarrollo de animaciones y agrega la interacción con la técnica JavaScript Asíncrono y XML (por sus siglas en inglés AJAX) en páginas web. Ofrece una serie de funcionalidades que se basan en JavaScript, que posibilita grandes resultados en la menor cantidad de tiempo y espacio posible. La característica principal de la biblioteca es que hace posible el cambio del contenido de una página web sin necesidad de recargarla, mediante la manipulación del árbol DOM y peticiones AJAX. Permite enriquecer estéticamente una página web, facilita y estandariza la creación de aplicaciones y posibilita que se obtenga información de los navegadores. Es compatible con los navegadores más usados a nivel internacional como: Mozilla Firefox desde su versión 3.6, Internet Explorer desde la versión 6.0, Safari desde la versión 5.0, Opera y Google Chrome (22).

Entre sus principales características se encuentran:

- Selección de elementos DOM.
- Interactividad y modificaciones del árbol DOM.
- Manejo de eventos.
- Manipulación de la hoja de estilos CSS.
- Manejo de efectos y animaciones.

¹⁷ XML: eXtensible Markup Language, es un metalenguaje extensible de etiquetas.



- Interacción con AJAX.

CodeIgniter (versión 1.7.3)

Poderoso marco de trabajo que se utiliza en la creación de aplicaciones web usando PHP. Es de código libre. Facilita la utilización de librerías que ayudan al desarrollo rápido de aplicaciones web, además, propone las pautas de desarrollo que se debe seguir para obtener provecho de una aplicación, reduciendo al mínimo la cantidad de código necesario para concebir una funcionalidad determinada. Se instala y se usa con facilidad. Muchas de sus utilidades y modos de funcionamiento son opcionales, lo que proporciona una mayor libertad al desarrollar sitios web. Presenta diversas características, destacándose:

- Versatilidad: permite el trabajo en la mayoría de los entornos o servidores, incluso en sistemas de alojamiento compartido, donde solo se tiene un acceso por FTP para enviar los archivos al servidor y donde no se tiene acceso a su configuración.
- Facilidad de instalación: Para subir CodeIgniter al servidor solamente se necesita una cuenta FTP y para su configuración solo se requiere la edición de un archivo y durante esta configuración no se necesita acceso a herramientas como la línea de comandos.
- Flexibilidad: Define una manera de trabajar específica; sin embargo, en muchos de los casos se puede seguir o no y sus reglas de codificación muchas veces se pueden ignorar para un trabajo más fácil y rápido. Presenta módulos totalmente opcionales como el uso de plantillas.
- Ligereza: El núcleo de CodeIgniter es ligero, lo que permite que el servidor no se sobrecargue, interpreta o ejecuta grandes porciones de código. La mayoría de los módulos o clases que ofrece se cargan de manera opcional (23).

Sistema Integral de Gestión Universitaria, Universidad Digital y Gestión Documental (G.U.U.D versión 1.0)

El GUUD se definió como marco de trabajo a utilizar en la presente investigación. Este fue creado y actualmente se continúa desarrollando por parte del equipo de arquitectura de la Dirección de Informatización. Integra a su vez el marco de trabajo CodeIgniter 1.7.3 y la librería JQuery 1.7.1 en una sola infraestructura, razón por la cual posee las características de ambos en conjunto e incluye una serie de mejoras y modificaciones hechas específicamente para CodeIgniter.

Novedades o mejoras que incorpora el GUUD

A continuación, se relacionan las principales mejoras y modificaciones que incorpora el GUUD en su infraestructura.

Del lado del cliente:



- Se implementan una serie de *widgets*¹⁸ para utilizarlos de interfaz de algunos de los *widgets* base de jquery-ui, por ejemplo: el *date* y el *tab*. Ambos son interfaces de los *widgets* de igual nombre de jquery-ui y el *popup* que es la interfaz del *dialog* de jquery-ui. Además de los ya mencionados, se implementan otros nuevos entre los que se encuentran: *attach*, menú, *message*, *tooltip*, *form*, que se construye con la unión de los *plugins* form de JQuery, el cual se utiliza para el envío de formularios AJAX y el *validate* se utiliza para validar formularios, *grid* el cual emplea como *plugin* el jqgrid, *multiselect* se usa para hacer selecciones múltiples, *navbar* crea las barras de navegación, *tree* utiliza la creación de árboles y el *graph* que usa la librería Highchart en la agrupación funcional Reportes.
- Contiene implementado un *plugin* a JQuery para el manejo de espacios de nombre e internacionalización.
- Se implementan funciones comunes para todo el sistema (contenidas en los archivos core.js y common.js) entre las que se destacan: *loadIn*, *getDataJson*, *createSelect*, *isArray*, *isFunction*, *site_url* (24).

Del lado del servidor, hechas a CodeIgniter:

- Se le agrega manejo de excepciones y mensajes.
- Se le implementa la Inversión de control (por sus siglas en inglés IoC) para la interacción entre módulos.
- Se le añade la característica de la modularidad, o sea, que una aplicación pueda dividirse en módulos (CodeIgniter no cuenta con esta posibilidad).
- Se incrementan los *plugins* *export_pi* que permiten exportar a los formatos: pdf, csv y xls; e *import_pi*, que brindan la posibilidad de importar desde archivos en formatos csv o xls.
- Se agregan, modifican y extienden los *helpers* o asistentes entre los que se encuentran:
 - ✓ Agregados: *template* que brinda la posibilidad de usar plantillas, característica que no posee CodeIgniter. Para esto se añadió la librería *template*, *assets* utilizado para la integración en las vistas de JavaScript, CSS, imágenes y el *template*, *grid*, *json*
 - ✓ Modificados: *form*, *array*, *security* (24).

¹⁸ **Widgets:** Pequeña aplicación o programa, usualmente presentado en archivos o ficheros pequeños que son ejecutados por un motor de widgets o *widget engine*. Entre sus objetivos se encuentran el de dar fácil acceso a funciones frecuentemente usadas y proveer información visual.



1.3.10 Proceso de desarrollo de software

Metodología de desarrollo de software

La metodología Desarrollo Ágil con Calidad (DAC) combina las metas y prácticas de las áreas de procesos del nivel 2 de Integración de Modelos de Madurez de Capacidades (por sus siglas en inglés CMMI) con las buenas prácticas de la dirección y desarrollo ágil de proyectos de *software*. Es un proceso colaborativo, recursivo-iterativo, incremental y guiado por procesos y requisitos. Su modelo del proceso es una adaptación del modelo en Cascada a los modelos Programación Extrema y Desarrollo Concurrente. Está enfocado a proyectos pequeños o proyectos grandes divididos en subproyectos que desarrollan *software* de gestión basado en componentes.

Este proceso tiene ocho actividades denominadas Fases o Procesos del Ciclo de Vida: Inicio, Análisis y Diseño Arquitectónico, Requisitos, Construcción, Cierre de iteración (opcional), Liberación, Transición y Cierre, ocurriendo las iteraciones concurrentes entre las fases de Requisitos, Construcción y Cierre de iteración. Entre las fases de Requisitos y Construcción puede ocurrir un ciclo, pues a medida que los requisitos son especificados estos pueden ir entrando a la fase de Construcción. El proceso tiene también dos Áreas de Procesos de Protección: Gestión de Proyectos y Soporte así como dos Fases o Procesos Horizontales cuyas tareas están presentes en varias de las fases del proceso común en forma de subprocesos: Arquitectura y Planificación (25).

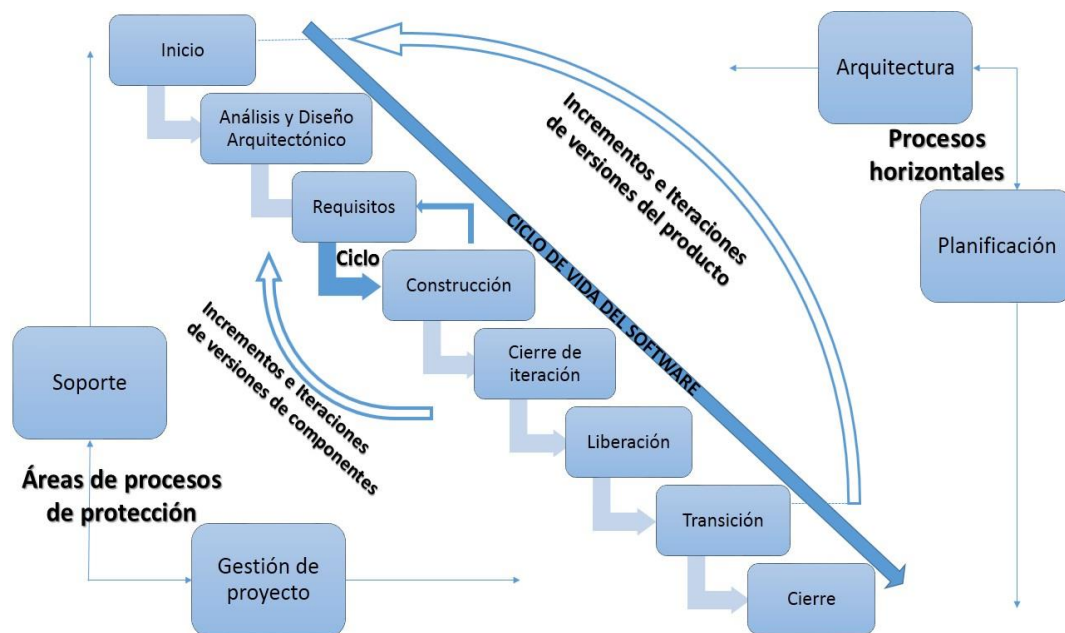


Figura 1: Modelo de procesos DAC (25).



1.4 Conclusiones parciales

Luego de terminada esta primera fase de la investigación se llega a la conclusión de que:

- El estudio de las definiciones y conceptos enmarcados en el ámbito del Postgrado aportó las ideas esenciales y asentó una base sobre el área a investigar.
- El análisis de sistemas homólogos brindó: una percepción del modo en que se gestiona en un *software*, los procesos relacionados con la formación académica de postgrado; código de esquemas y estilos o diseños de algunas vistas y por último el código de un reporteador dinámico para su adaptación y modificación a la solución deseada, apoyando de esta manera las posteriores etapas de diseño, análisis e implementación de la nueva versión del sistema.
- La caracterización de las herramientas, lenguajes, tecnologías y metodología, establecidas por el DD de la DIN, permitió definir el entorno de desarrollo de una solución integrada al SGU.



Capítulo 2: Análisis y diseño de la propuesta de solución

En este capítulo se aborda todo lo referente al diseño y análisis del *software*, la descripción de los procesos a gestionar, las técnicas de obtención de requisitos usadas, los requisitos funcionales y no funcionales identificados, la descripción de los requisitos a desarrollar; además, se plantea el patrón de arquitectura, los patrones de diseños, los componentes visuales del sistema, el diagrama de despliegue y el modelo de datos utilizado.

2.1 Descripción de la propuesta de solución

En busca de apoyar la gestión de las formas organizativas de la formación académica de postgrado, permitir una mejor toma de decisiones y lograr un sistema más abarcador, se decide realizar una segunda versión que incluya las funcionalidades necesarias para informatizar los procesos de negocios relacionados con las Maestrías, Especialidades y Doctorados en la universidad durante su realización. Esta versión permitirá crear y modificar la inscripción de las actividades mediante la entrada de sus datos; crear y modificar convocatorias de las actividades inscritas; crear solicitudes para una actividad que esté en fecha de convocatoria; mostrar información de las evaluaciones de actividades cursadas e históricas, de las solicitudes y los certificados de las actividades culminadas de los participantes autenticados en el sistema. También posibilita aprobar la homologación de actividades lectivas inscritas; registrar y modificar evaluaciones de estudiantes de actividades en ejecución; crear y modificar grupos de certificación y asociar personas a estos; mostrar reportes definidos en forma de informe, estadística o gráfica con información de las actividades existentes en el sistema, tanto del claustro de las diferentes formas organizativas como de los estudiantes de baja de las actividades; así como permitir la confección dinámica de reportes por el usuario destinado para esto, con el fin de hacer personalizable la creación de reportes en tiempo real.

2.2 Integración de la propuesta de solución

La integración permite la uniformidad en la arquitectura, la centralización de archivos e información y la eliminación de redundancias en el código, puesto que cualquier módulo en cualquier sistema puede utilizar las funcionalidades y componentes implementados por los demás.

El SGU está compuesto por varios subsistemas, entre estos el SGAP y también cuenta con módulos horizontales para todos los subsistemas, algunos de ellos son: Seguridad, Documentos Acreditativos,



Estructura y Composición, Configuración y Personal.

En el SGAP se ha provisto de una solución implementada por el equipo de arquitectura del SGU como parte del GUUD para permitir la comunicación entre subsistemas y módulos que lo componen, permitiéndoles interactuar unos con otros y reutilizar funcionalidades implementadas. Haciendo uso de una variable del núcleo (IoC), se puede acceder a todas las funcionalidades que se encuentran compartidas por los módulos de todos los subsistemas en el fichero ioc.xml.

A continuación se describen los módulos del SGU con los que se integra la solución y su relación con la misma:

Seguridad: Permite la autenticación de los usuarios y gestiona los permisos de estos sobre las funcionalidades del sistema dado sus roles. En la solución para acceder a los distintos módulos del SGAP, el usuario debe estar autenticado y tener permisos sobre sus funcionalidades.

Documentos Acreditativos: Es el encargado de gestionar la información de los documentos que se generan en el sistema como evaluaciones, certificados, actas, títulos, entre otros. De este módulo se utilizan funciones para registrar o modificar grupos de certificación y asignar participantes. Además, cuando es registrado un participante externo (no egresado de la UCI) en el SGAP, la información referente al Tomo, Folio y número de su título universitario es registrada también en el módulo de Documentos acreditativos para que pueda ser consultada por el resto de los subsistemas del SGU. Permite obtener los datos Tomo, Folio y número del título universitario de los graduados de la UCI.

Estructura y Composición: Es el encargado de gestionar la información referente a toda la estructura administrativa y la jerarquía de la misma, así como la asignación de responsabilidades a las estructuras. De este módulo se utilizan elementos como: grupos, facultades y entidades de la universidad.

Configuración: Es el encargado de gestionar la información necesaria para realizar las configuraciones del sistema, tanto globales, como las que son usadas por más de un subsistema. La propuesta de solución puede ser configurada en este módulo. Además, es donde se definen las áreas administrativas que se utilizarán en todo los subsistemas que componen el SGU.

Personal: Es el encargado de gestionar toda la información básica de las personas registradas en el SGU, permitiendo su uso posterior por el resto de los subsistemas.

A continuación se describen los módulos del SGAP y sus relaciones:

Actividad Postgraduada: Es el encargado de la gestión de las actividades de postgrado, desde la inscripción de una actividad hasta la aceptación de las solicitudes de las convocatorias lanzadas. Es el principal módulo del sistema pues con este se empiezan los procesos iniciales de postgrado manejados



en una institución y sin el cual, el resto de los módulos, no tendrían un correcto funcionamiento. Los datos resultantes de esta gestión son accedidos y utilizados por el módulo “Control Postgraduado” para obtener información precisa sobre los participantes de una actividad, actividades con solicitudes, estudiantes sin grupo, formas organizativas, el estado de una evaluación o cualquier información resultado de la gestión de una actividad; por el módulo “Titulaciones” para obtener datos de una actividad, información de sus participantes, información de los profesores de un estudiante que recibe una determinada actividad, modificar el estado de un certificado o cualquier información necesaria, resultado de la gestión de una actividad; por el módulo “Reportes” para obtener las áreas disponibles, las actividades con al menos un estudiante desaprobado, información de las actividades de un estudiante o cualquier información necesaria de las actividades y sus estudiantes y por el módulo “Participantes” para obtener datos de una persona, las actividades con solicitudes, los participantes de las actividades, sus evaluaciones y profesores.

Control Postgraduado: Es el encargado de llevar a cabo la gestión de todo el proceso docente vinculado a las actividades de formación postgraduada. En este se puede realizar la confección de los grupos docentes, la gestión de la evaluación y asistencia de los integrantes que los componen, además de la generación del acta de evaluación final de cada uno de los grupos. Los datos resultantes de esta gestión son accedidos y utilizados por los módulos “Titulaciones” para obtener las actividades que tienen estudiantes con evaluaciones finales, los estudiantes que componen una actividad o cualquier información resultado del control docente sobre una actividad, “Actividad Postgraduada” para registrar o modificar un grupo docente y sus estudiantes en el caso de que se realice una matrícula cerrada (matrícula ya predefinida con antelación desde la creación de la actividad), o para conocer las evaluaciones de un participante y conocer si es apto para realizarle el proceso de convalidación.

Titulaciones: Es el encargado de gestionar todo el proceso relacionado con la defensa de los trabajos finales, la conformación de los tribunales y el cronograma de defensa. Además, es donde se generan todos los certificados finales de cada una de las actividades registradas en el sistema y donde se gestiona el expediente docente asociado al proceso de convalidación. Es utilizado por el módulo “Participantes” para conocer el estado de los certificados de cada persona, por “Reportes” para obtener los estudiantes según el estado de sus certificados y por “Control Postgraduado” para cuando se asocie una persona a un grupo docente agregar automáticamente una persona a un grupo de certificación.

Participantes: Es el encargado de brindar a los participantes autenticados, información de sus solicitudes, evaluaciones de las actividades que cursan, sus certificados y las actividades en convocatoria que pueden



solicitar.

Reportes: Es el encargado de la salida de información a través de reportes estáticos o dinámicos.

Otra manera de lograr la integración entre subsistemas es a nivel de datos y utilizando la tecnología PL/Proxy, con la que se puede establecer conexiones remotas entre bases de datos y a través de funciones homólogas, lo cual es un fundamento para lograr la integración de los diferentes sistemas. Por lo general, estas funciones se encuentran en el esquema sq_master_integracion de cada una de las base de datos (26).

En la Figura 2 y la Tabla 2 se muestra cómo se realiza lo anteriormente expuesto.



Figura 2: Llamadas remotas entre bases de datos (26).

Función en la base de datos BD_sgu_nucleo	Función en la base de datos BD_sgu_postgrado
<pre>CREATE OR REPLACE FUNCTION sq_master_integracion.fn_obtener_estado_civil(character varying) RETURNS SETOF tipo_estado_civil AS \$BODY\$ declare _where text:= ''; ex_query text; begin if(length(\$1) > 0) then _where = ' WHERE ' \$1; endif; ex_query = 'SELECT id_estado_civil, nombre_estado_civil, descripcion, fecha_registro, activo FROM</pre>	<pre>CREATE OR REPLACE FUNCTION sq_master_integracion.fn_obtener_estado_civil(character varying) RETURNS SETOF tipo_estado_civil AS \$BODY\$ CONNECT 'dbname=BD_sgu_nucleo'; \$BODY\$ LANGUAGE 'plproxy' VOLATILE COST 100 ROWS 1000; ALTER FUNCTION sq_master_integracion.fn_obtener_estado_civil(character varying) OWNER TO sgu_admin_user;</pre>



<pre>sq_gestion_personal.tb_nestado_civil ' _where; return QUERY EXECUTE ex_query; end \$BODY\$ LANGUAGE 'plpgsql' VOLATILE COST 100 ROWS 1000; ALTER FUNCTION sq_master_integracion.fn_obtener_estado_civil(character varying) OWNER TO sgu_admin_user;</pre>	
---	--

Tabla 2: Ejemplo de utilización de la tecnología PL/Proxy (26).

2.3 Descripción del macro-proceso docencia de postgrado

La Educación Superior cubana presta especial atención a la enseñanza postgraduada como vía de lograr la superación y actualización de los profesionales, trabajadores y cuadros de los distintos organismos y empresas. La formación de postgrado permite fortalecer la educación superior mediante la interrelación entre lo científico, lo investigativo y lo productivo, aprovechando de forma eficiente el potencial de cada persona y teniendo como objetivo el desarrollo económico, social y cultural del país (27).

Los procesos de formación postgraduada de profesionales empieza con la gestión de las actividades de formación académica y de superación profesional las que, a su vez, incluyen las formas organizativas: curso, entrenamiento, taller, conferencia, diplomado, maestría, doctorado y especialidad. Los subprocesos comprendidos dentro de este primer paso son:

- Confección del programa de la actividad.
- Aceptación del programa de la actividad y su consecuente reconocimiento.
- Confección de la matrícula de la actividad.

Durante este primer paso se realiza paralelamente a este, después de que el programa de la actividad tiene un reconocimiento legal y oficial, y antes de la confección de la matrícula, el proceso de gestión de las solicitudes, que contempla los siguientes subprocesos:

- Lanzamiento de la convocatoria de la actividad.
- Realización de la solicitud de la actividad por las vías estipuladas para esto.
- Aceptación de las solicitudes para dicha actividad.

Después de estos pasos y durante la impartición de la actividad se realiza el proceso de gestión de evaluación y asistencia, que termina con la finalización del programa y conlleva a lo siguiente:

- Creación del grupo docente de la actividad.
- Seguimiento de la evaluación y asistencia.



- Realización del acta de evaluación final de los estudiantes de la actividad.

Luego se realiza el proceso de gestión de trabajos finales que abarca:

Para actividades de maestría, especialidad y doctorado:

- Confección de la propuesta del trabajo final.
- Aceptación de la propuesta del trabajo final.
- Creación del tribunal para las revisiones y defensa del trabajo final.
- Confección del cronograma del trabajo final.

Para todas las actividades:

- Creación del certificado para cada participante que haya aprobado la actividad.
- Cierre y archivado de la actividad.

Durante los anteriores procesos o después de terminados, sobre la información física arrojada y persistida, está presente el proceso de gestión de reportes.

2.3.1 Proceso de negocio de gestión de la formación académica de postgrado

Describe el proceso de inscripción de actividades (Maestría, Especialidad y Doctorados), la aprobación de matrículas, la conformación del comité académico y publicar las convocatorias de actividad para que los aspirantes puedan solicitar y participar en las diferentes actividades.

Seguidamente se relacionan las reglas de negocio que pueden ser llevadas al sistema informático y son relevantes para la arquitectura:

- RN_AP_1: Se debe publicar una sola convocatoria por actividad.
- RN_AP_2: Los solicitantes de una actividad no pueden ser parte del comité académico.
- RN_AP_3: Si un solicitante cancela su solicitud de inscripción su expediente no será eliminado o cerrado.
- RN_AP_4: Una vez creado el expediente, este no será cerrado o eliminado bajo ninguna circunstancia.
- RN_AP_5: Cuando se duplica una actividad se incrementa la edición.
- RN_AP_8: El total de horas es calculado de acuerdo al total de créditos que brinda la actividad y viceversa.
- RN_AP_10: Los estados por los que transita una solicitud son: Pendiente, Aprobada y Rechazada.
- RN_AP_13: El comité académico para una actividad, es conformado por el rector del centro de estudios superior, el director de la institución autorizada o la persona que estos designen.



Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 1 para la visualización del diagrama de proceso de negocio.

2.3.2 Proceso de negocio de registro y control docente

Describe el proceso de registro y control docente. Una vez que se publican las convocatorias de las actividades, los aspirantes tienen un período para solicitar las mismas. Culminado el tiempo que está la actividad en convocatoria los profesores principales aprueban o rechazan dichas solicitudes y se conforman los grupos con la matrícula aprobada, pudiéndose generar el acta de evaluación. Durante la ejecución de la actividad el profesor puede registrar la asistencia y evaluaciones obtenidas por los participantes.

Seguidamente se relacionan las reglas de negocio que pueden ser llevadas al sistema informático y son relevantes para la arquitectura:

- RN_CP_1: Las secretarías docentes son las encargadas de conformar los grupos docentes y de entregar al profesor principal de la actividad un registro de asistencia y de evaluación.
- RN_CP_2: Las secretarías docentes son las que llevan el control de los créditos no lectivos que debe tener cada integrante de la actividad, si tiene el total requerido y si está en tiempo válido aún.
- RN_CP_3: A partir del listado de participantes que hayan realizado exámenes de suficiencia de una actividad se crea el documento de examen de suficiencia para cada participante.
- RN_CP_4: Los estados de asistencia que puede tener un participante son: Ausente, Presente, Justificado y Tardanza.
- RN_CP_5: Todos los participantes aparecen por defecto con el estado Presente, el usuario podrá cambiar el estado del participante a uno diferente.
- RN_CP_6: El argumento solamente se activará para el estado Justificado.
- RN_CP_7: El documento de hoja académica se crea para el caso de las formas organizativas: especialidad, maestría, diplomado y doctorado, resumiendo el historial de un participante.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 1 para la visualización del diagrama de proceso de negocio.

2.3.3 Proceso de negocio de gestión de titulaciones

El proceso de gestión de titulaciones comienza cuando el participante haya cumplido con las actividades previstas en el programa y es la secretaria docente la encargada de verificar que el solicitante haya



cumplido con dichas actividades, verificado esto se procede a la conformación de las configuraciones necesarias para la impresión de títulos.

Seguidamente se relacionan las reglas de negocio que pueden ser llevadas al sistema informático y son relevantes para la arquitectura:

- RN_T_1: Para los cursos y entrenamientos el participante no tiene que presentar un trabajo final, solamente se verifica que tenga la nota final registrada en las actividades cursadas. Una vez que tenga la nota final de la actividad y sea satisfactoria, la secretaria imprime un certificado, terminándose el proceso.
- RN_T_2: Para los doctorados el comité académico es el que propone el trabajo final y este es revisado y aprobado por el centro de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).
- RN_T_3: Los miembros del tribunal que tienen categoría científica son los escogidos para presidentes de tribunales y el resto de los integrantes del tribunal deben tener categoría docente.
- RN_T_4: Para los diplomados el tribunal debe estar conformado al menos por tres integrantes, la cantidad debe ser siempre impar.
- RN_T_5: Para las maestrías y especialidades el tribunal debe estar conformado al menos por cinco integrantes, la cantidad debe ser siempre impar.
- RN_T_6: Los certificados transitan por los siguientes estados: Pendiente, Impreso y Entregado.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 1 para la visualización del diagrama de proceso de negocio.

2.3.4 Proceso de negocio de salida de información en la gestión de las actividades de postgrado

El proceso de salida de información en la gestión de las actividades de postgrado brinda información útil que facilita la toma de decisiones. Esta información es obtenida a través de los datos persistentes producto a la gestión de los procesos de postgrados. El proceso de salida de información puede ser de dos formas, predeterminadas o personalizadas según la necesidad presentada.

Seguidamente se relacionan las reglas de negocio que pueden ser llevadas al sistema informático y son relevantes para la arquitectura:

- RN_RG_1: La información de cada área solo puede ser consultada por el personal autorizado del área.



- RN_RG_2: El personal autorizado de la dirección de postgrado puede consultar la información de todas las áreas.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 1 para la visualización del diagrama de proceso de negocio.

2.4 Requisitos del sistema

Los requisitos de un sistema son la descripción de los servicios proporcionados por el sistema y sus restricciones operativas, dichos requisitos reflejan las necesidades de los clientes de un sistema que ayude a resolver algún problema (28).

A partir de lo antes mencionado se observa que el levantamiento de los requisitos se hace fundamental en el desarrollo de un sistema informático.

2.4.1 Técnicas de obtención de requisitos

El propósito de la obtención de requisitos es recolectar y procesar requerimientos del cliente, así como seguir la evolución de las necesidades del negocio para poder entregar un producto que los solucione y abarque a todos. Esta captura se concentra en las técnicas para conseguir que los *stakeholders*¹⁹ articulen sus requisitos. Es un área muy difícil y los ingenieros de *software* necesitan sensibilizarse al hecho de que los usuarios pueden tener dificultad para describir sus tareas, pueden dejar información importante sin especificar, o pueden estar poco dispuestos a cooperar. Es particularmente importante entender que la captura no es una actividad pasiva, y que, ingenieros de *software* tienen que trabajar de forma ardua para sacar la información adecuada (29). A continuación se muestran las técnicas empleadas.

Entrevistas

Durante la obtención de requisitos se realizaron entrevistas abiertas o como son conocidas entrevistas informales, donde no hay un conjunto predefinido de preguntas, pero posibilitan examinar una serie de temas con el usuario final que brindan una mejor comprensión de sus necesidades, mediante el surgimiento en el momento de nuevas dudas que llevan a la aclaración de nuevos o ya obtenidos requisitos (28).

¹⁹ **Stakeholders:** Son las personas en el lado del cliente que son responsables por o altamente interesadas en el éxito de un proyecto. Los stakeholders incluirán probablemente ejecutivos, líderes de departamentos o equipos, y el personal de trabajo interno más cercano al negocio que se quiera mejorar.



Construcción de prototipos no funcionales

En ocasiones para probar opciones de diseño e informarse más sobre el problema a resolver y sus posibles soluciones se hicieron uso de prototipos que luego se le presentaron y consultaron al cliente, lo que permitió adquirir nuevas ideas para los requisitos de la versión a desarrollar, así como también revelar errores y omisiones en los requisitos ya obtenidos con anterioridad (28).

2.4.2 Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales de un sistema describen con detalle lo que el sistema debe hacer, la función de este, sus excepciones, entradas y salidas. Son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que este debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en diferentes situaciones (28).

Código	Nombre
RFAP1	Crear inscripción de maestría.
RFAP2	Modificar inscripción de maestría.
RFAP3	Mostrar inscripciones de maestría.
RFAP4	Mostrar detalles de inscripción de maestría.
RFAP5	Duplicar maestría.
RFAP6	Crear inscripción de especialidad.
RFAP7	Modificar inscripción de especialidad.
RFAP8	Mostrar inscripciones de especialidad.
RFAP9	Mostrar detalles de inscripción de especialidad.
RFAP10	Duplicar especialidad.
RFAP11	Crear inscripción de doctorado curricular.
RFAP12	Modificar inscripción de doctorado curricular.
RFAP13	Mostrar inscripciones de doctorado curricular.
RFAP14	Mostrar detalles de inscripción de doctorado curricular.
RFAP15	Duplicar doctorado curricular.
RFAP16	Crear inscripción de doctorado tutelar.
RFAP17	Modificar inscripción de doctorado tutelar.
RFAP18	Mostrar detalles de inscripción de doctorado tutelar.
RFAP19	Mostrar inscripciones de doctorado tutelar.



RFAP20	Crear convocatorias de actividad.
RFAP21	Modificar convocatorias de actividad.
RFAP22	Mostrar detalles de convocatoria.
RFAP23	Mostrar convocatorias.
RFAP24	Crear solicitud de convalidación.
RFAP25	Aprobar solicitud de convalidación.
RFP26	Crear solicitud a una actividad.
RFP27	Mostrar convocatorias de una actividad.
RFP28	Mostrar detalles de convocatoria de una actividad.
RFP29	Mostrar solicitudes de actividades de una persona.
RFP30	Mostrar evaluaciones históricas del participante.
RFP31	Mostrar personas inscritas.
RFP32	Mostrar evaluaciones del participante.
RFP33	Mostrar estado de certificado de actividades terminadas.
RFCP34	Registrar evaluación.
RFCP35	Modificar evaluación.
RFCP36	Mostrar registro de evaluación.
RFT37	Crear trabajo final.
RFT38	Modificar trabajo final.
RFT39	Mostrar detalles de trabajo final.
RFT40	Mostrar trabajo final.
RFT41	Eliminar trabajo final.
RFT42	Crear tribunal de trabajo final.
RFT43	Modificar tribunal de trabajo final.
RFT44	Mostrar detalles tribunal de trabajo final.
RFT45	Mostrar tribunales de trabajo final.
RFT46	Crear programa para la defensa del trabajo final.
RFT47	Modificar programa para la defensa del trabajo final.
RFT48	Mostrar programa para la defensa del trabajo final.
RFT49	Mostrar detalles de programa para la defensa del trabajo final.
RFT50	Crear grupo de certificación.
RFT51	Modificar grupo de certificación.
RFT52	Mostrar grupo de certificación.



RFT53	Mostrar detalles grupo de certificación.
RFT54	Asociar participantes a grupo de certificación.
RFRG55	Mostrar estudiantes que han sido baja de actividades por área.
RFRG56	Mostrar gráfica estadística de los estudiantes que han sido baja de actividades por área.
RFRG57	Mostrar informe completo de los estudiantes que han sido baja de actividades por área.
RFRG58	Mostrar composición del claustro de actividades.
RFRG59	Mostrar informe completo de la composición del claustro de actividades.
RFRG60	Mostrar informe total.
RFRG61	Mostrar reporte estadístico de actividades.
RFRG62	Crear reporte estadístico de actividades.
RFRG63	Modificar reporte estadístico de actividades.
RFRG64	Ver detalles reporte estadístico de actividades.
RFRG65	Copiar reporte estadístico de actividades.
RFRG66	Cortar reporte estadístico de actividades.
RFRG67	Pegar reporte estadístico de actividades.
RFRG68	Eliminar reporte estadístico de actividades.
RFRG69	Mostrar reporte cuantitativo de actividades.
RFRG70	Crear reporte cuantitativo de actividades.
RFRG71	Modificar reporte cuantitativo de actividades
RFRG72	Ver detalles de reporte cuantitativo de actividades.
RFRG73	Copiar reporte cuantitativo de actividades.
RFRG74	Cortar reporte cuantitativo de actividades.
RFRG75	Pegar reporte cuantitativo de actividades.
RFRG76	Eliminar reporte cuantitativo de actividades.
RFRG77	Mostrar reporte de listado de actividades.
RFRG78	Crear reporte de listado de actividades.
RFRG79	Modificar reporte listado de actividades.
RFRG80	Ver detalles de reporte listado de actividades.
RFRG81	Copiar reporte listado de actividades.
RFRG82	Cortar reporte listado de actividades.
RFRG83	Pegar reporte listado de actividades.
RFRG84	Eliminar reporte listado de actividades.
RFRG85	Mostrar reporte estadístico de personas.



RFRG86	Crear reporte estadístico de personas.
RFRG87	Modificar reporte estadístico de personas.
RFRG88	Ver detalles de reporte estadístico de personas.
RFRG89	Copiar reporte estadístico de personas.
RFRG90	Cortar reporte estadístico de personas.
RFRG91	Pegar reporte estadístico de personas.
RFRG92	Eliminar reporte estadístico de personas.
RFRG93	Mostrar reporte cuantitativo de personas.
RFRG94	Crear reporte cuantitativo de personas.
RFRG95	Modificar reporte cuantitativo de personas.
RFRG96	Ver detalles de reporte cuantitativo de personas.
RFRG97	Copiar reporte cuantitativo de personas.
RFRG98	Cortar reporte cuantitativo de personas.
RFRG99	Pegar reporte cuantitativo de personas.
RFRG100	Eliminar reporte cuantitativo de personas.
RFRG101	Mostrar reporte listado de personas.
RFRG102	Crear reporte listado de personas.
RFRG103	Modificar reporte listado de personas.
RFRG104	Ver detalles de reporte listado de personas.
RFRG105	Copiar reporte listado de personas.
RFRG106	Cortar reporte listado de personas.
RFRG107	Pegar reporte listado de personas.
RFRG108	Eliminar reporte listado de personas.
RFRG109	Renombrar carpeta.
RFRG110	Copiar carpeta.
RFRG111	Pegar carpeta.
RFRG112	Cortar carpeta.
RFRG113	Ver detalles carpeta.
RFRG114	Eliminar carpeta.
RFRG115	Mostrar carpeta.
RFRG116	Cerrar carpeta.
RFRG117	Abrir carpeta.
RFRG118	Crear carpeta.



RFRG119	Graficar reporte.
---------	-------------------

Tabla 3: Requisitos funcionales.

2.4.3 Requisitos no funcionales

Según Somerville “los requerimientos no funcionales, como su nombre sugiere, son aquellos requerimientos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de este, como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento. De forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en las interfaces del sistema” (28).

Usabilidad	
RNF 1	Facilidad de uso por parte de los usuarios: el sistema debe presentar una interfaz intuitiva que permita la fácil interacción y llegar de manera rápida y efectiva a la información buscada. Debe, además, ser una interfaz de manejo cómodo que posibilite a los usuarios sin experiencia una rápida adaptación.
RNF 2	Especificación de la terminología utilizada: el sistema debe adaptarse al lenguaje y términos utilizados por los usuarios en la rama abordada con vista a una mayor comprensión por parte del usuario final.
RNF 3	Menús: el sistema debe presentar una serie de menús tanto laterales como en barra de íconos flotantes que permitan el acceso rápido a la información por parte de los usuarios, aprovechando así las potencialidades de estas estructuras.
Seguridad	
RNF 4	Políticas de seguridad por usuarios y roles: el sistema debe contar con un grupo de políticas de accesibilidad a sus diferentes funcionalidades en dependencia del nivel de autorización que presente un usuario determinado.
Eficiencia	
RNF 5	El sistema debe soportar un tiempo de respuesta menor o igual a 10 segundos.
RNF 6	El sistema debe soportar una conexión simultánea de hasta 3000 usuarios.
Software	
RNF 7	El lenguaje de programación a utilizar es PHP en su versión 5.3.22.
RNF 8	Como Entorno de Desarrollo Integrado se emplea NetBeans en su versión 7.2.
RNF 9	Como servidor web se utiliza Apache 2.2.22.
RNF 10	El Sistema Gestor de Bases de Datos debe ser PostgreSQL en su versión 9.1.
RNF 11	El diseño de la base de datos se realiza con Visual Paradigm en su versión 8.0.



RNF 12	Para el uso del sistema se requiere de una PC cliente que cuente con algunos de los siguientes navegadores web: Mozilla Firefox 17.0 o superior, Internet Explorer 7 o superior.
Hardware	
RNF 13	Los servidores de aplicación y de almacenamiento deberán contar como mínimo, con un microprocesador de 8 y 4 núcleos, respectivamente, con 4 GB de Memoria de Acceso Aleatorio (por sus siglas en inglés RAM) y 250 GB de disco duro.
RNF 14	Para el uso del sistema se requiere como mínimo una PC cliente que cuente con un microprocesador a 2.0 GHz y 512 MB de RAM.
RNF 15	Para el desarrollo de la solución se requiere como mínimo una PC que cuente con un microprocesador Core2 Duo a 2.0 GHz, 2 GB de RAM y 30 GB de disco duro.
Soporte	
RNF 16	El sistema brinda como apoyo una ayuda contextual en la cual se refleja detalladamente la explicación de cada una de las pantallas con sus respectivas funcionalidades.
RNF 17	En el documento Estándar de codificación se explica detalladamente las normas de codificación, convenciones para nombrado, bibliotecas de clase, el acceso y utilidades de mantenimiento.
RNF 18	Documentación actualizada: se precisa que la documentación del sistema esté actualizada en todos los aspectos, fases de trabajo y sus ciclos de desarrollo, permitiendo con ello un respaldo tanto ingenieril como legal del desarrollo de dicho sistema.
Restricciones de diseño	
RNF 19	El <i>software</i> debe ser desarrollado en su totalidad con tecnologías y componentes de código abierto.
Interfaz	
RNF 20	Interfaz Web: la interfaz es sencilla con colores suaves a la vista y sin cúmulo de imágenes u objetos que distraigan al cliente del objetivo.

Tabla 4: Requisitos no funcionales.

2.4.4 Descripción de requisitos funcionales

Nº	Nombre	Descripción	Complejidad	Prioridad para cliente
RFRG60	Mostrar informe total.	Permite mostrar el informe total de las actividades existentes, la matrícula, aprobados, fechas y área de las mismas.	Alta	Alta
Prototipo				



	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: right;"> </p> <p>Informe de actividades</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <input style="width: 100%;" type="text"/> Buscar <div style="float: right; margin-top: -20px;"> Filtro de búsqueda Áreas ▼ </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Formas organizativas: <input style="width: 90%;" type="text" value="Diplomado"/> ✕ </div> <div style="width: 45%;"> Área: <input style="width: 90%;" type="text" value="Facultad 1"/> ✕ </div> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: right;">Cantidad por página 10 ▼ ▲</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Nombre ↕</th> <th style="text-align: left;">Área</th> <th style="text-align: center;">Matrícula total</th> <th style="text-align: center;">Matrícula real</th> <th style="text-align: center;">Aprobados</th> <th style="text-align: left;">Inicio</th> <th style="text-align: left;">Fin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biometría triangular del gato con Botas</td> <td>Facultad 1</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>2014-04-15</td> <td>2015-02-17</td> </tr> <tr> <td>El señor de los Anillos</td> <td>Facultad 1</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>2014-03-10</td> <td>2015-02-20</td> </tr> <tr> <td>Kilimanjaro</td> <td>Facultad 1</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>2014-01-22</td> <td>2014-06-20</td> </tr> <tr> <td>Sinfonia molecular del Laud frijolero</td> <td>Facultad 1</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>2014-02-18</td> <td>2014-12-18</td> </tr> <tr> <td>XDiplomado para adiestrado</td> <td>Facultad 1</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>2013-11-04</td> <td>2013-11-28</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;"> ◀ ▶ Página <input style="width: 20px; text-align: center;" type="text" value="1"/> de 1 ▶▶ </p> <p style="text-align: right; margin-top: 5px;">Resultados encontrados: 5</p> </div> </div>			Nombre ↕	Área	Matrícula total	Matrícula real	Aprobados	Inicio	Fin	Biometría triangular del gato con Botas	Facultad 1	10	0	0	2014-04-15	2015-02-17	El señor de los Anillos	Facultad 1	20	0	0	2014-03-10	2015-02-20	Kilimanjaro	Facultad 1	10	6	0	2014-01-22	2014-06-20	Sinfonia molecular del Laud frijolero	Facultad 1	25	3	0	2014-02-18	2014-12-18	XDiplomado para adiestrado	Facultad 1	20	0	0	2013-11-04	2013-11-28
Nombre ↕	Área	Matrícula total	Matrícula real	Aprobados	Inicio	Fin																																							
Biometría triangular del gato con Botas	Facultad 1	10	0	0	2014-04-15	2015-02-17																																							
El señor de los Anillos	Facultad 1	20	0	0	2014-03-10	2015-02-20																																							
Kilimanjaro	Facultad 1	10	6	0	2014-01-22	2014-06-20																																							
Sinfonia molecular del Laud frijolero	Facultad 1	25	3	0	2014-02-18	2014-12-18																																							
XDiplomado para adiestrado	Facultad 1	20	0	0	2013-11-04	2013-11-28																																							
	Campos	Tipos de Datos	Reglas o Restricciones																																										
	Nombre	String	<ul style="list-style-type: none"> Permite escribir 1 carácter como mínimo y 200 caracteres como máximo No es obligatorio 																																										
	Formas organizativas	String	<ul style="list-style-type: none"> No es obligatorio Campo de selección 																																										
	Área	String	<ul style="list-style-type: none"> No es obligatorio Campo de selección 																																										
	Observaciones	<ol style="list-style-type: none"> El usuario debe estar autenticado. Cuando se escriba el nombre a buscar y llega a la cantidad máxima de caracteres no permitirá continuar escribiendo. 																																											

Tabla 5: Descripción del requisito Mostrar informe total.

Para ver las restantes descripciones de requisitos, remitirse al Anexo 2.



2.5 Descripción de la arquitectura

La arquitectura de *software* facilita la programación y se refiere a un grupo de abstracciones y patrones que brindan un esquema de referencia útil como guía en el desarrollo de *software* dentro de un sistema informático. Así, los programadores, diseñadores, ingenieros y analistas pueden trabajar bajo una línea común que les posibilite la compatibilidad necesaria para lograr el objetivo deseado (30).

La arquitectura a utilizar es la *cliente-servidor*, que es un modelo de sistema en el que dicho sistema se organiza como un conjunto de servicios y servidores asociados, más unos clientes que acceden y usan los servicios. Los clientes pueden conocer los nombres de los servidores disponibles y los servicios que estos proporcionan, dichos clientes acceden a los servicios proporcionados por un servidor a través de llamadas a procedimientos remotos usando un protocolo de petición-respuesta tal como el protocolo HTTP usado en la WWW (28).

2.5.1 Patrón de arquitectura

El marco de trabajo GUUD, usado en el desarrollo del sistema está basado en el patrón arquitectónico *Modelo-Vista-Controlador* (MVC), el cual es un enfoque de *software* que separa la lógica de la aplicación de la presentación. En la práctica, le permite a sus páginas web contener mínimo código ya que la presentación está separada del código PHP. El código fuente de las aplicaciones se encuentra separado en tres grupos (31):

- **Modelo:** representa sus estructuras de datos. Típicamente sus clases del modelo contendrán funciones que los ayudarán a devolver, insertar y actualizar información de su base de datos (31). Las modelos de la solución tienen el mismo nombre de la tabla de la base de datos para la cual se crean, más el sufijo *_mdl*.
- **Vista:** es la información que se presenta al usuario. Una vista será normalmente una página web, en CodeIgniter, una vista también puede ser un fragmento de página como el encabezado o pie de página (31). Las vistas de la solución tienen un nombre intuitivo y relacionado con el formulario o vista que representa, más el sufijo *_view*.
- **Controlador:** sirve como un intermediario entre el Modelo, la Vista y cualquier otro recurso necesario para procesar la solicitud HTTP y generar una página web (31). Las controladoras de la solución tienen el mismo nombre de la clase que representan.

Este patrón arquitectónico está implementado por GUUD de la siguiente manera:



GUUD cuenta con un controlador frontal que inicializa los recursos básicos. Una vez realizada una petición HTTP por un cliente, el controlador frontal se encarga de determinar cuál controlador de aplicación²⁰ debe atenderla. Cuando un controlador de aplicación es cargado, este examina la petición para determinar si solo debe cargar una vista determinada o si es necesario interactuar con la base de datos, en este último caso envía los datos recibidos a la(s) librería(s)²¹, esta(s) a su vez carga(n) los modelos necesarios para obtener, registrar o actualizar en la base de datos la información solicitada o enviada. Para realizar esta tarea las modelos hacen uso de la clase *Active Record*. Cuando los datos son obtenidos, se retornan al controlador de aplicación en un proceso inverso al descrito anteriormente. Posteriormente, el controlador carga estos datos a archivos escritos en HTML los cuales pueden incluir llamadas a archivos escritos en JavaScript para manejar dinámicamente su contenido o hacer uso de asistentes (*helpers*) para la creación de forma simplificada de código HTML. Finalmente, el resultado obtenido de todo este proceso es enviado al navegador web como respuesta a la petición inicial. A continuación se representa lo anterior explicado en una figura.

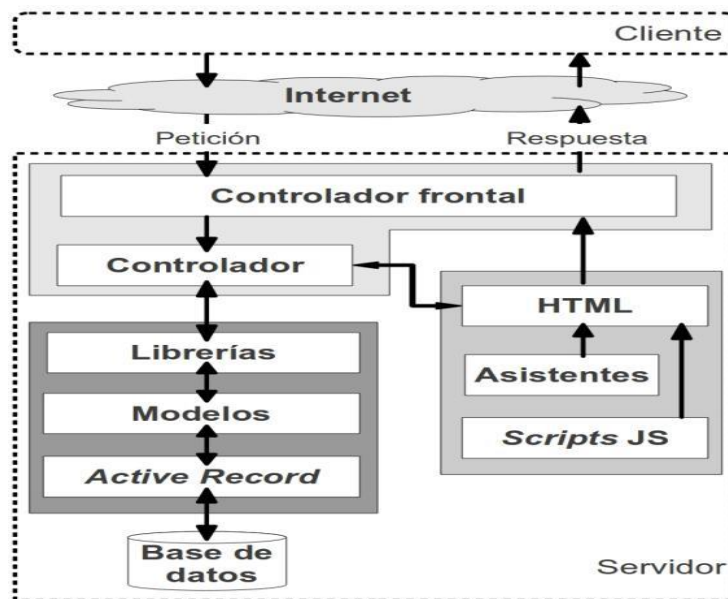


Figura 3: Funcionamiento del MVC en GUUD.

²⁰ **Controlador de aplicación:** Controlador de un determinado módulo.

²¹ **Librerías:** Funcionan en el GUUD como intermediarias entre las capas de negocio y las de acceso a datos.



2.5.2 Patrones de diseño

En la terminología de objetos, el patrón de diseño es una descripción de un problema de diseño y su solución que recibe un nombre. Para que una solución sea considerada un patrón, debe poseer ciertas características. Una de ellas es que debe haber comprobado su efectividad resolviendo problemas similares en ocasiones anteriores. Otra es que debe ser reusable, lo que significa que es aplicable a diferentes problemas de diseño en distintas circunstancias. Con palabras más simples el patrón es una pareja de problema/solución con un nombre y que es aplicable a otros contextos, con una sugerencia sobre la manera de usarlo en situaciones nuevas (32).

Banda de los Cuatros (por sus siglas en inglés GOF)

Estos patrones describen las formas comunes en que diferentes tipos de objetos pueden ser organizados para trabajar unos con otros. Tratan la relación entre clases, la combinación de clases y la formación de estructuras de mayor complejidad. Permiten crear grupos de objetos para ayudar a realizar tareas complejas. Existen tres tipos de estos patrones: de creación, estructurales y de comportamiento.

Los patrones de creación abstraen la forma en la que se crean los objetos, permitiendo tratar las clases a crear de forma genérica dejando para más tarde la decisión de qué clases crear o cómo crearlas.

- Singleton (Instancia única): Garantiza la existencia de una única instancia para una clase y la creación de un mecanismo de acceso global a dicha instancia (33). En la solución que propone esta investigación el patrón se evidencia en las clases controladoras, que son instancias únicas.

Los patrones de comportamiento se centran en las interacciones o relaciones de llamadas entre los diferentes objetos y clases, normalmente ligados con la dimensión temporal.

- Mediator (Mediador): Define un objeto que coordine la comunicación entre objetos de distintas clases, que funcionan como un conjunto (33). En la solución que propone esta investigación el patrón se evidencia en las librerías ya que estas funcionan como mediadoras entre las clases controladoras y los modelos o acceso a datos.
- Observer (Observador): Define una dependencia de uno-a-muchos entre objetos, de forma que cuando un objeto cambie de estado se notifique y actualicen automáticamente todos los objetos que dependen de este (33). En la solución que propone esta investigación el patrón se evidencia en la clase *loader* que es el objeto *load* de las clases controladoras, es el responsable de cargar los elementos del marco de trabajo, dígame, librerías, modelos y se encarga de actualizar la controladora instanciada.



Patrones Generales de Software para Asignación de Responsabilidades (por sus siglas en inglés GRASP)

Los patrones GRASP describen los principios fundamentales de la asignación de responsabilidades a objetos, expresados en forma de patrones. En el desarrollo de esta solución se propone la aplicación de los patrones GRASP: Experto, Creador, Controlador, Bajo Acoplamiento y Alta Cohesión.

El patrón Experto resuelve el problema de asignar una responsabilidad al experto en información, dígame, la clase que cuenta con la información necesaria para cumplir la responsabilidad (34). En la solución que propone esta investigación el patrón se evidencia en las clases librerías, que son las que cuentan con la información necesaria para cumplir las responsabilidades sobre los elementos de negocio.

El patrón Creador guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, tarea muy frecuente en los sistemas orientados a objetos. El propósito fundamental de este patrón es encontrar un creador que se conecte con el objeto producido en cualquier evento. Al escogerlo como creador, se da soporte al bajo acoplamiento (34). En la solución que propone esta investigación, el patrón se evidencia en la clase *loader*, que es el objeto *load* de las clases controladoras y la responsable de cargar los elementos del marco de trabajo tales como librerías y modelos.

El patrón Controlador es un patrón que se evidencia cuando existe un intermediario entre una determinada interfaz y el algoritmo que la implementa, de tal forma que es el que recibe los datos del usuario y el que los envía a las distintas clases según el método llamado (34). En la solución el patrón se evidencia en las clases controladoras que son las que se encargan de obtener los datos, enviarlos a las librerías y las vistas.

El acoplamiento es una medida de la fuerza con que una clase está conectada a otras clases, las conoce y recurre a ellas. Una clase con bajo acoplamiento no depende de muchas otras. El patrón Bajo Acoplamiento soporta el diseño de clases más independientes, para reducir el impacto de los cambios, y también más reutilizables, para acrecentar la oportunidad de una mayor productividad. No puede considerarse en forma independiente de otros patrones como Experto o Alta Cohesión (34).

Como el patrón Bajo Acoplamiento, también Alta Cohesión es un patrón que se debe tener presente en todas las decisiones de diseño y en la implementación. Está presente cuando los elementos de un componente (clase, por ejemplo) colaboran para producir un comportamiento bien definido, es decir, cuando la clase tiene responsabilidades relacionadas, bien enfocadas y moderadas en un área funcional y colabora con las otras clases para llevar a cabo las tareas de dicha área. Una clase con mucha cohesión es útil porque es bastante fácil darle mantenimiento, entenderla y reutilizarla. En la práctica, el nivel de



cohesión no puede ser considerado independientemente de otras responsabilidades ni de otros principios como los patrones Experto y Bajo Acoplamiento (34).

En la solución que propone esta investigación estos dos últimos patrones se ven evidenciados en la propia implementación de CodeIgniter que contiene estos patrones nivelados, pues permite el uso de los componentes de forma individual, evidenciando el bajo acoplamiento; la dependencia entre algunas clases y la estrecha relación entre los métodos implementados dentro de cada una, evidencia la alta cohesión.

2.5.3 Componentes visuales del sistema

Los componentes visuales del sistema desempeñan un papel muy importante en cuanto a la representación de la información y la comunicación del sistema con el usuario (interacción persona ordenador), ya que dentro de sus objetivos se encuentra el mostrar al usuario del sistema un modelo de este que sea capaz de comprender con el mínimo esfuerzo mental y asimilarlo para poder manejarlo sin problemas. En la solución propuesta por la investigación se utilizan las vistas establecidas por el DD y que utiliza el SGU.

Vistas principales

Vista de presentación: Es la primera pantalla que se visualiza al acceder al sistema. Brinda la facilidad para autenticarse.

Esta cuenta con dos áreas, la primera incluye el logotipo de la UCI a la izquierda y el nombre del Sistema a la derecha (“Sistema de Gestión Universitaria”), mientras que la segunda incluye el formulario de autenticación del sistema.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 3.

Vista de escritorio: Es la pantalla mediante la cual se accede a subsistemas o módulos.

Esta cuenta con cuatro áreas, la primera constituye el encabezado de la página, el cual incluye la iconografía para el acceso a los componentes del Núcleo del SGU así como a la ayuda general del SGU, el nombre del sistema, los datos del usuario autenticado y la opción de cierre de sesión, por otra parte, la segunda constituye el área de contenido, el cual incluye los vínculos de acceso a los diferentes sistemas que están embebidos en el SGU por ejemplo: Pregrado y Postgrado. La tercera constituye el menú lateral correspondiente para la vista de escritorio. Finalmente, la cuarta área constituye el pie de página, el cual incluye logotipo de la UCI y los términos de uso del sistema.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 3.



Vista de gestión de procesos: Es la pantalla que permite la gestión de la información en los diferentes componentes del sistema.

Esta cuenta con seis áreas, la primera constituye el encabezado de la página, el cual incluye la iconografía para el acceso a los componentes del Núcleo del SGU así como a la ayuda general del SGU, el nombre del sistema, los datos del usuario autenticado y la opción de cierre de sesión, por otra parte la segunda constituye el área de contenido general, el cual incluye el área de la barra de íconos flotantes (*navbar*) y la vista de gestión para una determinada funcionalidad. La tercera constituye el área de la barra de íconos flotantes (*navbar*) para una determinada funcionalidad, mientras que la cuarta constituye el área donde se realiza la gestión de una determinada funcionalidad. La quinta área constituye el menú lateral correspondiente para el componente del sistema en el que se esté, finalmente, la sexta constituye el pie de página, el cual incluye logotipo de la UCI y los términos de uso del sistema.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al Anexo 3.

Tipos de mensajes

Se definen dos tipos de mensajes:

- Mensajes incrustados en los formularios: representan mensajes de error y generalmente se muestran sobre algún componente de la vista cuando falla una validación determinada.
- Mensajes en ventanas emergentes: pueden ser de información, de advertencia, de error o de confirmación.

Información: se muestra como resultado de una acción realizada satisfactoriamente en el sistema.

Advertencia: se muestra para brindar información al usuario, pero no desencadena ninguna acción en el sistema.

Error: se muestra como resultado de la ocurrencia de un error sobre una acción realizada.

Confirmación: se muestra para verificar si el usuario desea o no ejecutar una acción. En caso de responder afirmativamente desencadena una acción en el sistema.



2.5.4 Diagrama de despliegue

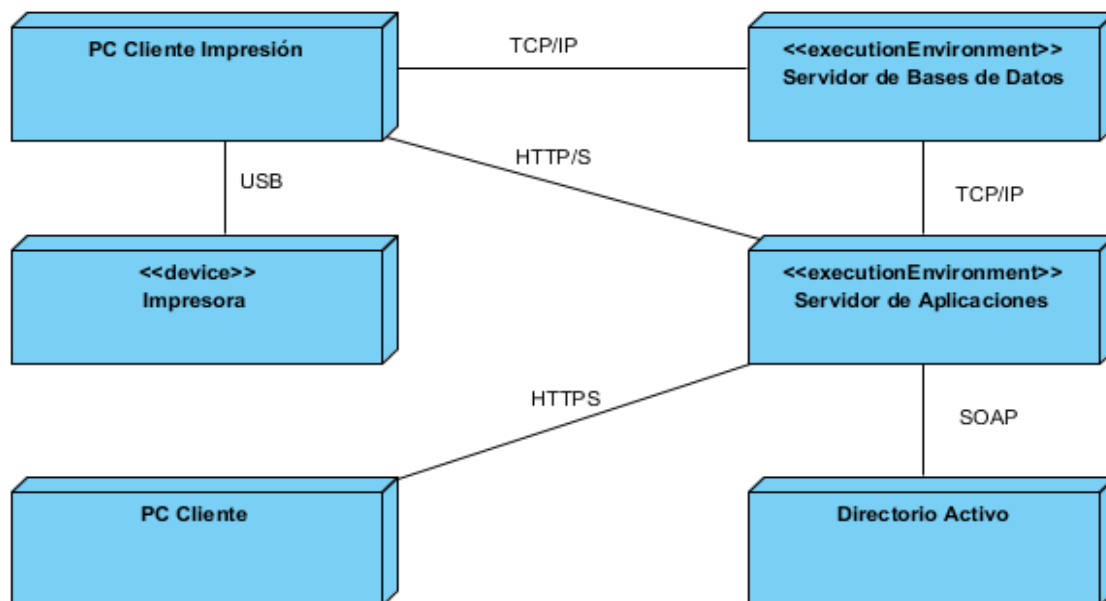


Figura 4: Diagrama de despliegue.

El diagrama de despliegue representado muestra la siguiente distribución:

- PC Cliente: ordenador cliente capaz de conectarse al servidor de aplicaciones mediante el protocolo de comunicaciones HTTPS.
- PC Cliente Impresión: ordenador cliente destinado a la impresión de documentos capaz de conectarse al servidor de aplicaciones mediante el protocolo de comunicaciones HTTP.
- Servidor de Aplicaciones: ordenador en que se encuentra el servidor web Apache, este será el lugar en que se gestione todo el contenido de la aplicación. Establecerá comunicación con los ordenadores clientes mediante protocolo HTTPS, con el Servidor de Base de Datos por medio de la familia de protocolos TCP/IP y con el directorio activo de la universidad mediante el Protocolo Simple de Acceso a Objetos (por sus siglas en inglés SOAP).
- Servidor Bases de Datos: ordenador en que se encuentra el gestor de BD PostgreSQL, el cual contiene las Bases de Datos del SGU y permite mantener persistente la información.
- Impresora: los informes que se generan en el sistema podrán ser llevados a formato duro mediante una impresora conectada a las PC clientes.
- HTTP: Protocolo que rige la comunicación entre un cliente que utiliza un navegador Web tal como Internet Explorer y un servidor Web.



- HTTPS: es un protocolo de red basado en HTTP por lo que está orientado a transacciones sin estado, es decir, que no guarda ninguna información sobre conexiones anteriores y sigue el esquema petición-respuesta entre un cliente y un servidor.
- TCP/IP: es la base de Internet, y sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo computadoras personales, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa.
- USB: Bus Universal Serial, interfaz para la transmisión en serie de datos y distribución de energía.
- SOAP: protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.

2.5.5 Modelo de datos

El modelo de datos no es más que un conjunto de conceptos que pueden servir para describir la estructura de una base de datos, esto se refiere a tipos de datos, sus vínculos y las restricciones que deben cumplir estos datos (35).

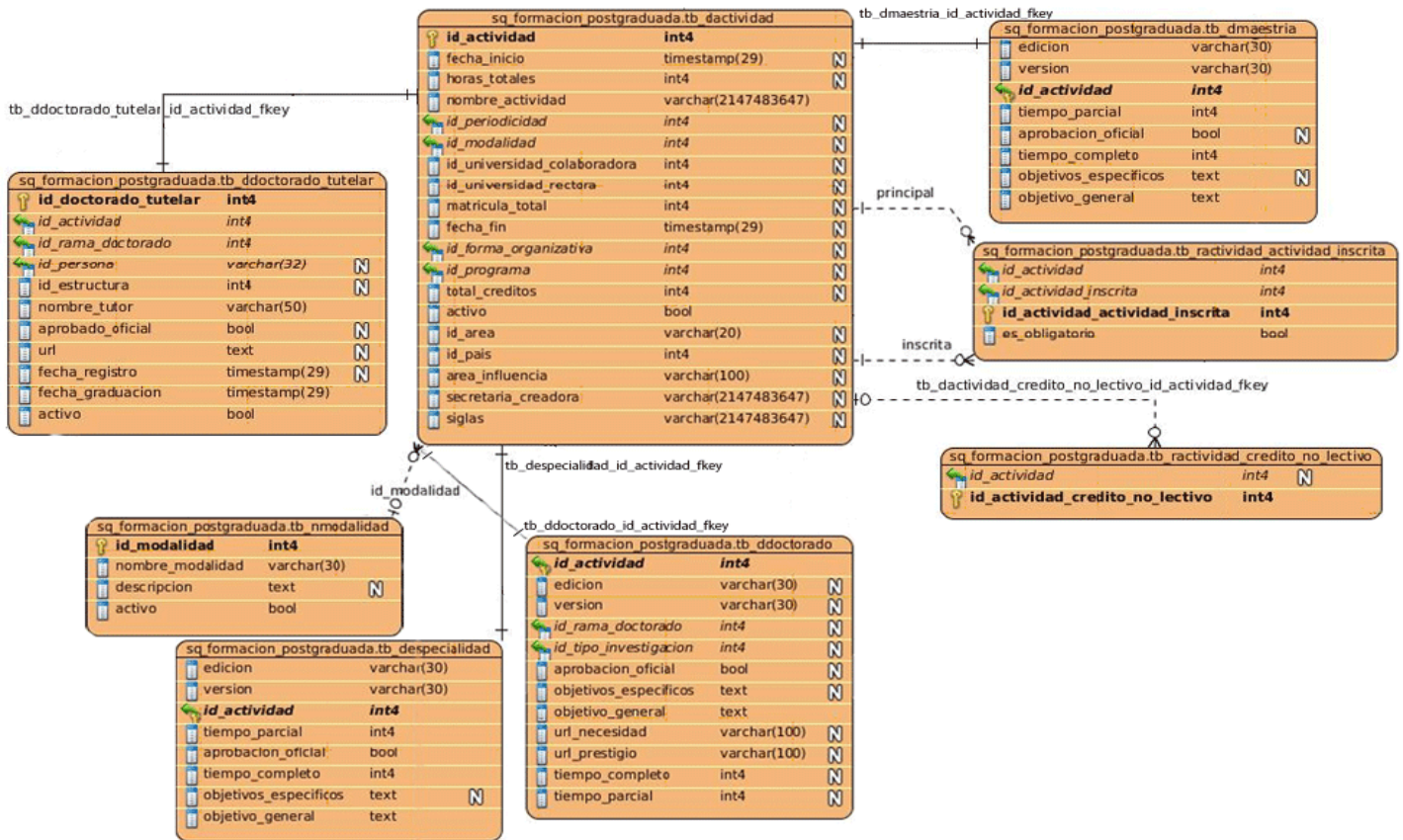


Figura 5: Fragmento del modelo de datos físico del módulo Actividad postgraduada.

Para la visualización de los modelos de datos físicos remitirse al Anexo 4.

2.6 Conclusiones parciales

A continuación y luego de realizado el capítulo dos se concluye que:

- La descripción de la segunda versión del SGAP, su integración dentro del SGU, y la descripción de los procesos abarcados por este permitió una mejor comprensión del dominio del negocio y del alcance que debe tener la solución a desarrollar.
- La obtención, análisis y descripción de los requisitos brindó la información y detalles necesarios para su implementación.
- El estudio y esclarecimiento de los patrones de arquitectura y de diseño, de los componentes visuales del sistema, del diagrama de despliegue así como del modelo de datos facilitó el conocimiento necesario para la posterior etapa de codificación.



Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta de solución

Durante la implementación de *software* se toman en cuenta conceptos de programación y diferentes estándares o estilos, que posibilitan una mejor práctica y limpieza en el código con el objetivo de facilitar su análisis y entendimiento posterior. Durante la fase de prueba se garantiza y comprueba la completa funcionalidad de la solución y su buen rendimiento, respectivamente, quedando así validado y lo más libre posible de fallas. Por tanto, es tema de este capítulo abordar sobre las técnicas de programación utilizadas en la solución propuesta, los estándares de codificación, las diferentes pruebas llevadas a cabo y sus resultados.

3.1 Técnicas de programación

Las técnicas de programación representan un rol importante en el proceso de desarrollo de *software*, estas permiten la estandarización, estructuración y organización en el código. Existen diversas técnicas con características y funciones propias que permiten la identificación y utilización de algunas más que otras. Para el desarrollo de la solución propuesta se utilizaron técnicas de programación comprendidas por el marco de trabajo GUUD y que se explican a continuación.

3.1.1 Programación Orientada a Objetos

La Programación Orientada a Objetos (POO) es una técnica o paradigma de programación que permite descomponer un problema en subgrupos (clases) relacionados. Cada subgrupo, dígame clase como tipo de objeto, pasa a ser un objeto auto-contenido o instancia de ese tipo, que contiene sus propias instrucciones y datos (métodos y atributos). De esta manera, la complejidad se reduce y el programador puede tratar programas más largos y complejos con un código más estructurado y organizado (36).

Todos los lenguajes de POO comparten tres características (36):

- La **encapsulación** es el mecanismo que agrupa el código y los datos que maneja y los mantiene protegidos frente a cualquier interferencia y mal uso. En un lenguaje orientado a objetos, el código y los datos pueden empaquetarse. Cuando el código y los datos están enlazados de esta manera, se ha creado un objeto.
- El **polimorfismo** (del griego, cuyo significado es muchas formas) es la cualidad que permite que un nombre se utilice para dos o más propósitos relacionados, pero técnicamente diferentes. El propósito del polimorfismo aplicado a la POO es permitir el uso de un nombre para especificar un



conjunto general de acciones y definir múltiples clases con funcionalidades diferentes, pero con métodos o propiedades denominados de forma idéntica.

- La **herencia** es el proceso mediante el cual un objeto puede adquirir las propiedades de otro. Más en concreto, un objeto puede heredar un conjunto general de propiedades a las que puede añadir aquellas características que son específicamente suyas. La herencia es importante porque permite que un objeto soporte el concepto de clasificación jerárquica.

La utilización de esta técnica de programación se evidencia mediante la creación ya sea de una clase controladora o una modelo, donde cada una de las antes mencionadas hereda de las clases MY_Controller y MY_Model respectivamente e implementan sus propios métodos.

3.1.2 Programación Orientada a Eventos

La programación orientada a eventos se fundamenta principalmente en la ejecución de funciones y procedimientos dada la ocurrencia de distintos eventos. Los eventos son sucesos a los cuales debe responder el programa, algunos de estos eventos pueden ser (37):

- Cuando se presiona un botón (evento *Click* del botón).
- Cuando se presiona una tecla sobre una caja de texto (evento *KeyPress* de un *TextBox*).
- Cuando se pierde el foco de un control determinado (evento *LostFocus*)

Este tipo de programación a veces se confunde, con la POO. La realidad es que la programación orientada a eventos puede utilizar las bases teóricas de la orientada a objetos y manipular las estructuras de datos con clases, objetos y demás, pero todo esto no cambia la idea fundamental de este tipo de programación, que es la de responder a las ocurrencias de eventos durante la ejecución de un programa (37).

La utilización de esta técnica de programación se evidencia en los buscadores de diversas vistas del sistema, al presionarse la tecla *enter* o el botón “Buscar” se producen los eventos *KeyPress* o *Click* respectivamente, que ejecutarán los métodos para realizar una búsqueda, ya sea por nombre, apellidos o usuario.

3.2 Estándares de codificación

Los rasgos distintivos de un programador son su alto dominio de las técnicas y las buenas prácticas de programación, estas se evidencian en el uso de los estándares de codificación que aunque generalmente no afectan la funcionalidad de la aplicación, sí contribuyen a una mejor comprensión del código fuente y



permite la incorporación de diversos aspectos del desarrollo de *software*. Para el desarrollo de la solución propuesta se utilizaron los estándares de codificación establecidos por el DD de la DIN, entre los que se encuentran:

- Identación, llaves de apertura y cierre, y tamaño de las líneas.
- Convención de nomenclaturas.
- Estructuras de control.
- Documentación.
- Llamadas a funciones.
- Inclusión de código
- Comentarios.
- Buenas prácticas.

Para una mejor comprensión de lo antes mencionado remitirse al expediente del proyecto Sistema de Gestión Académica de Postgrado, el artefacto Estándar de Codificación.

3.3 Validación de los requisitos

Antes de comenzar con el desarrollo de un *software* es de total importancia asegurar la validez de los requisitos, que posibilita la detección y corrección de requisitos innecesarios e incorrectos. Además, representa el proceso de comprobación de que estos requisitos fueron especificados de acuerdo a las necesidades de los clientes, permitiendo disminuir en gran medida el riesgo de realizar una mala implementación y el coste que conllevaría el descubrimiento de errores en los requisitos durante el desarrollo del *software* (28). A continuación se describen algunas de las técnicas utilizadas:

- Revisiones de requerimientos: se analizan los requisitos con los usuarios finales para de este modo obtener los posibles errores que pueden existir en la especificación de los requisitos del *software* o validar la correcta interpretación de la información (28).
- Construcción de prototipos: se muestra un modelo del sistema a los usuarios finales, que les permitirá interactuar y determinar si satisfacen o no con sus necesidades reales (28).
- Generación de casos de pruebas: se realizan los diseños de casos de pruebas para cada uno de los requisitos especificados, permitiendo verificar que todos se pudieran probar, identificar su complejidad para conocer cuáles pueden ser los más difíciles de implementar, e identificar los requisitos que deberían ser considerados nuevamente (28).



Para la validación de los requisitos del cliente se hizo necesario la utilización de los criterios que validan si el requisito se aprueba o no y que a continuación se mencionan:

Criterios de validación	
¿El proveedor del requisito es un proveedor válido?	¿El requisito puede ser implementado?
¿El requisito tiene un identificador único?	¿El requisito puede ser probado?
¿El requisito es modificable?	¿El resultado de evaluación de impacto es positivo?
¿El requisito no es ambiguo?	¿El requisito es correcto?
¿El requisito está completo?	¿El requisito es traceable?
¿El requisito es congruente con otros requisitos relacionados?	

Tabla 6: Criterios de validación.

3.3.1 Resultado de la revisión de requisitos

Durante la revisión de requisitos se realizaron verificaciones en el documento “Especificaciones de requisitos”, este proceso comprendió:

- Verificaciones de validez: los requerimientos deben cumplir con las necesidades del cliente. Luego de realizar algunos análisis y razonamientos surgieron funciones adicionales y cambios en las que ya estaban identificadas.
- Verificaciones de consistencia: los requerimientos no deben contradecirse en las especificaciones escritas, no debe haber restricciones o descripciones que estén opuestas a las reglas definidas.
- Verificaciones de completitud: los requerimientos deben incluir todas las funcionalidades propuestas por el cliente, satisfacer de manera general todas las necesidades acordadas.
- Verificabilidad: para evitar posibles discusiones entre los miembros del equipo del proyecto y el cliente, se revisó que los requerimientos estuvieran descritos de manera que puedan ser verificables, o sea, que se puedan diseñar casos de pruebas orientadas a estos y que demuestren que el sistema a entregar responde a las necesidades del cliente.

Al finalizar el proceso de revisión de los requisitos se detectaron algunas inconsistencias que fueron erradicadas de inmediato, entre ellas se encuentran:

- Descripción poco detallada de los requisitos.
- Interpretación incorrecta de algunas funcionalidades.



- Errores ortográficos.

3.4 Pruebas de software

Una vez generado el código fuente, el *software* debe ser probado para descubrir y corregir el máximo de errores posibles antes de su entrega al usuario final. Por lo anterior descrito las pruebas de *software* son un elemento crítico para la garantía de la calidad del *software* y representa una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación.

En el proceso de prueba de *software* se establecen varias normas que pueden servir acertadamente como objetivos de las pruebas (38):

- La prueba es el proceso de ejecución de un programa con la intención de descubrir un error.
- Un buen caso de prueba es aquel que tiene una alta probabilidad de mostrar un error no descubierto hasta entonces.
- Una prueba tiene éxito si descubre un error no detectado hasta entonces.

Para verificar que la solución implementada es válida y que cumple con los requisitos acordados con el usuario final, se realizó una estrategia de pruebas dentro de la que se encuentran las pruebas unitarias, pruebas de integración, las pruebas del sistema y las pruebas de aceptación como se muestra en los siguientes subepígrafes.

3.4.1 Pruebas unitarias

Las pruebas unitarias o pruebas de unidad centran el proceso de verificación en la menor unidad del *software* que se puedan probar: el componente del *software* o módulo. Durante estas pruebas la comprobación selectiva de los caminos de ejecución es una tarea esencial. Se deben diseñar casos de prueba para detectar errores debidos a cálculos incorrectos, comparaciones incorrectas o flujos de control inapropiados (38). Para el diseño de casos de prueba se aplica el método de caja blanca.

Prueba de caja blanca

La prueba de caja blanca, denominada a veces prueba de caja de cristal es un método de diseño de casos de prueba que usa la estructura de control del diseño procedimental para obtener los casos de prueba. Mediante los métodos de prueba de caja blanca, se puede obtener casos de prueba que garanticen que se ejercita por lo menos una vez todos los caminos independientes:

- Ejerciten todas las decisiones lógicas en sus vertientes verdadera y falsa.
- Ejecuten todos los bucles en sus límites y con sus límites operacionales.



- Ejerciten las estructuras internas de datos para asegurar su validez.

La técnica utilizada en las pruebas de caja blanca de la solución propuesta por la investigación es el camino básico, el cual permite obtener una medida de la complejidad lógica de un diseño procedimental y usar esa medida como guía para la definición de un conjunto básico de caminos de ejecución (39).

Con el objetivo de verificar el resultado real de la prueba para cada uno de los caminos, se empleó un mecanismo que posee CodeIgniter para la automatización de pruebas unitarias, el cual se describe a continuación.

CodeIgniter posee una librería o clase especializada en la ejecución de pruebas estructurales, cuenta con una sola función de evaluación y dos funciones de resultados, permite determinar con certeza si un código específico produce el tipo de dato y resultado esperado. Para la realización de este tipo de prueba utilizando dicha librería es necesario introducirle el código a probar y un resultado esperado, a continuación se muestra como debería quedar:

```
$this->unit->run(código, resultado esperado, 'nombre de prueba');
```

Código: representa el código que se desea probar.

Resultado esperado: es lo que debe retornar la evaluación del código.

Nombre de prueba: es el nombre que recibe la prueba.

Entre los tipos de datos posibles se encuentran: *is_string*, *is_bool*, *is_true*, *is_false*, *is_int*, *is_numeric*, *is_float*, *is_double*, *is_array*, *is_null*.

En la tabla siguiente se muestra un caso de prueba de caja blanca utilizando la técnica de camino básico:

Prueba estructural de caja blanca	Código caso de prueba: DIN_POS_AP_OADI.
Probador: Orlando Yacsell Martínez Batista	
Código al que se aplica:	



```

public function obtenerActividadDadoId($idAct)
{
    $mae = array('id_actividad' => $idAct);
    $arrayM = $this->_ci->tb_dactividad_md1->obtenerDadoId($mae);

    $arrayM->fecha_inicio = $this->formatearFecha($arrayM->fecha_inicio);
    $arrayM->fecha_fin = $this->formatearFecha($arrayM->fecha_fin);

    if (!empty($arrayM->id_programa))
    {
        $prog = $this->_ci->tb_dprograma_md1->obtenerDadoId(
            array('id_programa' => $arrayM->id_programa));
        $arrayM->url_programa = $prog->url_programa;
        $arrayM->nombre_programa = $prog->nombre_programa;
    }
    else
    {
        $arrayM->url_programa = "por asignar";
        $arrayM->nombre_programa = "por asignar";
    }
    return $arrayM;
}

```

Complejidad ciclomática:

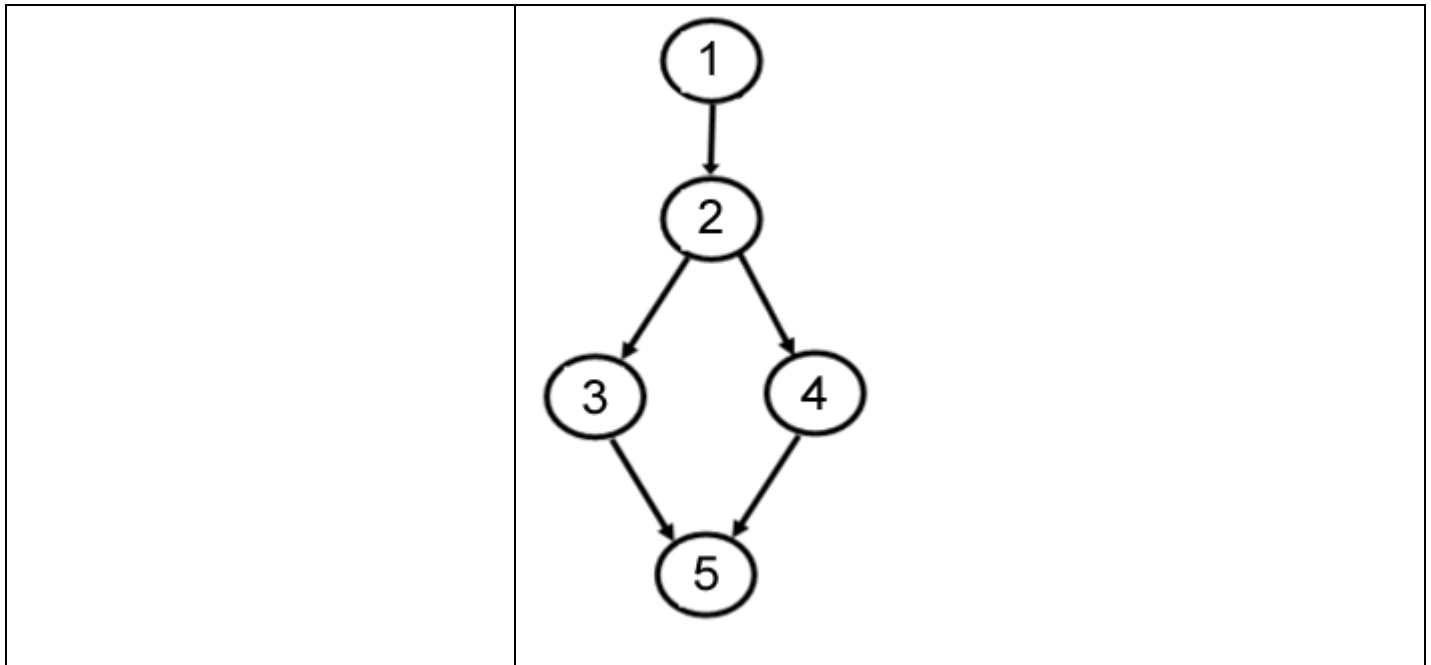
$$V(G) = (A - N) + 2 = (5 - 5) + 2 = 2$$

Caminos independientes:

1) 1 - 2 - 4 - 5

2) 1 - 2 - 3 - 5

Representación del grafo:



Caso de prueba para el camino básico 1

Descripción: los datos que se obtienen de la función dado el atributo de entrada son los atributos a buscar.

Condición de ejecución: los datos que se obtienen de la función dado el atributo de entrada no son enviados.

Procedimiento prueba automatizada

Datos de entrada:	-
--------------------------	---

Tipo de dato esperado:	is_array
-------------------------------	----------

Función de evaluación:
 \$resultadoEsperado="is_array"
 \$nombrePrueba="Prueba:'Obtener actividad dado id.'";
 echo \$this->empezarPrueba(\$this->maestria_lib->obtenerActividadDadold(\$idAct),
 \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);

Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
---------------------------------------	---------------

Caso de prueba para el camino básico 2

Descripción: los datos que se obtienen de la función dado el atributo de entrada son los atributos a buscar.

Condición de ejecución: los datos que se obtienen de la función dado el atributo de entrada son enviados.

Procedimiento prueba automatizada

Datos de entrada:	-
--------------------------	---

Tipo de dato esperado:	is_array
-------------------------------	----------

Función de evaluación:



<pre>\$resultadoEsperado="is_array" \$nombrePrueba="Prueba:'Obtener actividad dado id.'"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->maestria_lib->obtenerActividadDadoId(\$idAct), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);</pre>	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Resultado final de la prueba: satisfactoria en su totalidad.	

Tabla 7: Caso de prueba de caja blanca DIN_POS_AP_OADI.

En el Anexo 5 se muestra el resto de los casos de prueba de caja blanca realizados a la solución. Al aplicar la prueba de caja blanca se alcanzaron los siguientes resultados en cada una de las iteraciones, como se muestra en la Tabla 7. Las no conformidades encontradas fueron resueltas en su totalidad.

Iteraciones	No. No conformidades	Asociadas a
1ra	10	Errores de validación, entradas y salidas incorrectas.
2da	4	Errores de validación
3ra	0	-

Tabla 8: No conformidades por iteraciones caja blanca.

3.4.2 Pruebas de integración

La prueba de integración es una técnica sistemática para construir la estructura del programa mientras que, al mismo tiempo, se llevan a cabo pruebas para detectar errores asociados con la interacción. El objetivo es coger los módulos probados mediante la prueba de unidad y construir una estructura de programa que esté de acuerdo con lo que dicta el diseño (39). Existen dos tipos de integración:

- Integración no incremental: se combinan todos los módulos y se prueba todo el programa en conjunto, como es de esperar se llega al caos, por lo que se encuentran un gran conjunto de errores y se vuelve extremadamente complicado identificar el módulo o componente que los generó (39).
- Integración incremental: es la antítesis del enfoque no incremental ya que el programa se construye y se prueba en pequeños segmentos en los que los errores son más fáciles de aislar y de corregir (39).

Por lo anterior descrito se decidió para la realización de estas pruebas utilizar la integración incremental. Al finalizar las pruebas de integración no fueron detectados errores asociados a la integración de la solución propuesta. Estas pruebas aparecen relacionadas en el Anexo 6.



3.4.3 Pruebas del sistema

La prueba del sistema está constituida por una serie de pruebas diferentes cuyo propósito primordial es ejercitar profundamente el sistema. Aunque cada prueba tiene un propósito diferente, todas trabajan para verificar que se han integrado adecuadamente todos los elementos del sistema y que realizan las funciones apropiadas (39).

Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra son aplicadas a la interfaz web del *software* por lo que se centra en los requisitos funcionales del sistema, es decir permite a la persona responsable de realizar dicha prueba derivar un conjunto de condiciones de entrada que ejercitarán por completo los requisitos funcionales de la solución. Este método se utiliza a través de la realización de los casos de prueba basados en requisitos, el cual permite el descubrimiento de errores tales como (39):

- Funciones incorrectas o faltantes.
- Errores de interfaz.
- Errores en estructura de datos o en acceso de bases de datos externas.
- Errores de rendimiento.
- Errores de inicialización y término.

Se utiliza la técnica de particiones de equivalencia que permite dividir el campo de entrada en clases de datos que ejercitan determinadas funciones del *software* (39).

En la Tabla 8 se describen las variables utilizadas en la Tabla 9, donde se muestra un caso de prueba de caja negra de la funcionalidad Mostrar informe total utilizando la técnica particiones de equivalencia.

No	Nombre de campo	Clasificación	Valor Nulo	Descripción
1	Buscar	Campo de texto	Sí	Campo de solo letras en el cual se debe pasar un criterio de búsqueda
2	Forma organizativa	Lista desplegable (Filtro de búsqueda)	Sí	Se listan todas las formas organizativas que hay en el sistema.



3	Área	Lista desplegable (Filtro de búsqueda)	Sí	Se listan todas las áreas de la Universidad que hay en el sistema.
---	------	--	----	--

Tabla 9: Descripción de las variables del caso de prueba Mostrar informe total.

Escenario	Descripción	Variable 1 “Buscar”	Variable 2 “Forma organizativa”	Variable 3 “Área”	Respuesta del sistema
Mostrar datos correctamente.	Mediante este escenario se muestra un listado con los datos de todas las actividades existentes en el sistema.	NA “No se activa el filtro”	NA “No se activa el filtro”	NA “No se activa el filtro”	El sistema muestra un listado con los datos de todas las actividades existentes en el sistema.
		V “maestría”	NA “No se activa el filtro”	NA “No se activa el filtro”	El sistema actualiza el listado de las actividades mostrando solamente los datos de aquellas que contengan en su nombre la palabra “maestría”.
		NA “maestría”	NA “No se activa el filtro”	V “Facultad 1”	El sistema actualiza el listado de las actividades mostrando solamente los datos de aquellas que coinciden con el criterio de búsqueda, en este caso que el nombre contenga la palabra “maestría” y sea del área “Facultad 1”.
		NA “No se activa el filtro”	NA “Maestría”	NA “No se activa el filtro”	El sistema actualiza el listado de las actividades mostrando solamente los datos de aquellas que sean de la forma



					organizativa "Maestría".
Flujo central					
<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema "Postgrado". • El usuario selecciona el módulo "Reportes y gráficas". • El sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona la opción "Actividades postgraduadas" y dentro de este selecciona la opción "Informe total". • El sistema muestra un informe total. • El usuario elige algún criterio de búsqueda. • El sistema muestra un informe total con los datos que coincidan con el criterio de búsqueda. 					

Tabla 10: Diseño de caso de prueba Mostrar informe total.

Para ver los restantes diseños de casos de pruebas, remitirse al Anexo 7. Al aplicar la prueba de caja negra se alcanzaron los siguientes resultados en cada una de las iteraciones, como se muestra en la Tabla 8. Las no conformidades encontradas fueron resueltas en su totalidad.

Iteraciones	No. No conformidades	Asociadas a
1ra	25	Errores de interfaz, de validación y ortografía.
2da	8	Errores de interfaz, de validación y ortografía.
3ra	0	-

Tabla 11: No conformidades por iteraciones caja negra.

Pruebas de rendimiento

La prueba de rendimiento está diseñada para probar el rendimiento del *software* en tiempo de ejecución dentro del contexto de un sistema integrado. La prueba de rendimiento se realiza durante todos los pasos del proceso de la prueba, incluso al nivel de unidad se debe asegurar el rendimiento de los módulos individuales a medida que se llevan a cabo las pruebas de caja blanca, sin embargo, hasta que no están completamente integrados todos los elementos del sistema no se puede asegurar realmente su



rendimiento. Estas pruebas, a menudo, van emparejadas con las pruebas de resistencia y frecuentemente, requieren instrumentación tanto de *software* como de *hardware* (38).

Resultados de las pruebas de rendimiento

Para la realización de estas pruebas se utilizó la herramienta JMeter en su versión 2.3.1 descrita en el epígrafe 1.4.4, además, se realizaron en una computadora que contaba con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i3 3.10 GHz.
- 2 GB RAM.

En la siguiente tabla se aprecia el resultado obtenido luego de realizada la prueba donde:

Columna Usuarios (Muestra): representa la cantidad de usuarios o muestras haciendo peticiones de manera concurrente.

Columna Mínimo (Mín): representa el mínimo de tiempo de ejecución invertido para una petición con x usuarios o muestras haciendo peticiones de manera concurrente.

Columna Máximo (Máx): representa el máximo de tiempo de ejecución invertido para una petición con x usuarios o muestras haciendo peticiones de manera concurrente.

Columna Media: representa el tiempo de ejecución promedio de una petición con x usuarios o muestras.

Columna Error: representa la relación entre el total de peticiones y el número de peticiones que originaron errores.

Columna Rendimiento (Pet/seg): hace referencia al número de peticiones que el servidor puede procesar en un segundo.

Columna Rendimiento (Kb/seg): hace referencia a la cantidad de datos que el servidor puede procesar en un segundo.

Nombre Funcionalidad	Usuarios (Muestras)	Tiempo de ejecución (ms)			Rendimientos		
		Mín	Máx	Media	% Error	Pet/seg	Kb/seg
Crear grupo de certificación	100	411	4174	800	0.00%	1.9/seg	1.0
	500	384	8809	1140	0.00%	1.0/seg	0.5
	1000	373	9577	1219	0.00%	1.7/seg	0.8
Crear inscripción de maestría	100	582	3493	935	0.00%	2.0/seg	1.0
	500	555	8626	1331	0.00%	1.2/seg	0.6
	1000	573	12561	1583	0.00%	1.5/seg	0.7

Tabla 12: Resultados obtenidos luego de realizadas las pruebas de rendimiento.



Luego de obtenido y analizados los resultados de las pruebas de rendimiento se puede observar que las peticiones son ejecutadas en tiempos inferiores a 10 segundos. Para todas las muestras o usuarios la ocurrencia de errores es de 0.0% lo que muestra que todas las peticiones hechas se ejecutan satisfactoriamente.

En el Anexo 8 se muestra el resto de los resultados de prueba del sistema realizados a la solución.

3.4.4 Pruebas de aceptación

Cuando se construye software a medida para un cliente, se llevan a cabo una serie de pruebas de aceptación para permitir que se validen todos los requisitos, una prueba de aceptación puede ir desde un informal caso de prueba hasta la ejecución de una serie de pruebas bien planificadas (38). Son llevadas a cabo para permitir a un usuario, a un cliente o a otra entidad autorizada, determinar si acepta un entregable (40).

Para realizar las pruebas de aceptación a la solución se escogió la técnica alfa, que son las realizadas en el lugar de desarrollo o con el desarrollador como observador del usuario, registrando los errores y problemas de uso, tomando como referencia la especificación de requisitos y comprobando que el sistema cumple satisfactoriamente los requisitos del cliente, emitiéndose dos actas de aceptación, una para el módulo de Participantes, comprendido entre los módulos de la solución, siendo aceptada por el director de la Dirección de Formación Postgraduada y la otra para los 119 requisitos de la solución, siendo aceptada por el líder del proyecto Sistema de Gestión Académica de Postgrado.

3.5 Conclusiones parciales

Luego de finalizado el capítulo tres se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La descripción de las técnicas o paradigmas de programación y estándares de codificación posibilitaron las buenas prácticas en la implementación, haciendo más fácil la comprensión y modificación futura de la solución, que fue desarrollada e integrada de forma paralela y progresiva al SGAP y por consiguiente al SGU.
- Con la realización de las pruebas unitarias, de integración y del sistema se definieron los casos de prueba y se obtuvo una evaluación satisfactoria.
- La solución posee un correcto funcionamiento, también cuenta con las condiciones de calidad necesarias y exigidas por el proyecto Sistema de Gestión Académica de Postgrado.



Conclusiones

Una vez finalizado el proceso de desarrollo de *software*, se demostró que la implementación de una segunda versión del Sistema de Gestión Académica de Postgrado que apoya el proceso académico de postgrado en la Universidad de las Ciencias Informáticas, al gestionar de una manera automatizada los procesos relacionados con las formas organizativas de la superación profesional, trae consigo una gestión y control eficiente por parte del personal asignado, agilidad en los procesos, una menor posibilidad de errores humanos, un trabajo más sencillo y menos engorroso y el cumplimiento de las expectativas de los usuarios finales resolviendo de forma acertada sus problemas y necesidades. De la investigación realizada se concluye lo siguiente:

- El estudio realizado a diferentes sistemas de gestión del Postgrado demostró que poseen características que sirvieron como apoyo para desarrollar la solución.
- La aplicación del proceso de desarrollo de *software* permitió capturar y definir los requisitos, más describir los procesos vinculados a la gestión de las formas organizativas relativas a la formación académica de postgrado.
- La realización de las pruebas de *software* facilitó la obtención de una aplicación que cumple con todos los requisitos y que satisface las expectativas de los usuarios finales.



Recomendaciones

Una vez concluida la investigación y obtenido finalmente el sistema en su segunda versión, se recomienda:

- Optimizar aún más las consultas plpgsql confeccionadas desde la primera versión para mejorar los tiempos de respuesta.
- Refactorizar todo el código existente para mejorar la facilidad de comprensión de este y lograr una mayor limpieza del mismo.
- Implementar una funcionalidad que permita realizar el proceso de solicitud de una convocatoria desde entidades externas a la universidad.



Bibliografía Referenciada

1. *Reglamento de la educación de postgrado de la República de Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba.* 9, La Habana: Ministerio de Justicia, 2004. ISSN: 1682-7511.
2. **The British Standards Institution.** *¿Qué son los sistemas de gestión?.BSI.* [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2014.] <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/De-un-vistazo/Que-son-los-sistemas-de-gestion>
3. **Universidad Santa Cruz de California.** University of California Santa Cruz. [En línea] [Citado el: 15 de Abril de 2014] <http://tim.soe.ucsc.edu/undergraduates>
4. **Teconología y Servicio S.A.** Slideshare. *Sistema de gestión académica.* [En línea] 2009. [Citado el: 15 de Marzo de 2014.] <http://www.slideshare.net/tys2009/sistema-de-gestin-acadmica>.
5. **Centro de Servicios Informáticos.** Sistema de Administración Académica de Postgrado. [En línea] 2008. [Citado el: 25 de Marzo de 2014.] <http://www.csi.espol.edu.ec/ui/es/content/sistema/sistema.aspx?op=toshow&id=106>.
6. **Howe, Denis y others.** Entorno de Desarrollo Integrado. FOLDOC. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://foldoc.org/integrated+development+environment>.
7. **Oracle Corporation y/o afiliados.** Netbeans. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <https://netbeans.org>.
8. **SOFTLAND SRL.** Visual Paradigm for UML. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://visual-paradigm-for-uml-standard.soft112.com/>.
9. **Evolus Corporation.** Pencil Project. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://pencil.evolus.vn>.
10. **The PostgreSQL Global Development Group.** PostgreSQL:The world's most advanced open source database. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://www.postgresql.org/>.
11. **The pgAdmin Development Team.** PgAdmin. *PostgreSQL administration and management tools.* [En línea] <http://www.pgadmin.org/>.
12. **Apache Software Foundation.** Apache JMeter. [En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2014.] <http://jmeter.apache.org/>.
13. **Mateu, Carles.** *Desarrollo de aplicaciones web.* Primera edición. Barcelona: Eureka Media, 2004. ISBN: 84-9788-118-4.



14. **Kabir, Mohammed J.** *La Biblia del Servidor Apache 2*. Madrid: Anaya Multimedia, 2003. pág. 845. ISBN: 8441514682.
15. **White, Stephen A. y Miers, Derek.** *Guía de referencia y modelado.BPMN*. Florida: Future Strategies. ISBN: 978-0-9819870-3-3.
16. **Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady.** *El Lenguaje Unificado de Modelado*. s.l.: Addison Wesley, 2000. ISBN: 8478290370.
17. **Howe, Denis y others.** Lenguajes de programación. *FOLDOC*. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://foldoc.org/programming+language>.
18. **Lamarca Lapuente, María Jesus.** Tesis doctoral. *Hipertexto, el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. Madrid, España: s.n., 8 de Diciembre de 2006.
19. **Eguíluz Pérez, Javier.** *Introducción a JavaScript*. s.l.: LibrosWeb, 2009.
20. **The PHP Group.** PHP:Hypertext Preprocessor. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://www.php.net/>.
21. *Sistema informático para la gestión de los planes de ingreso a la Educación Media y Superior en Cuba*. **Acosta Ortiz, Luis Ernesto y Sánchez Delgado, Daylenis.** 4, La Habana: s.n., 2012, Vol. 6. ISSN: 2227-1899.
22. **The jQuery Foundation.** JQuery write less, do more. [En línea] [Citado el: 20 de Febrero de 2014.] <http://jquery.com/>.
23. **EllisLab,Inc.** CodeIgniter. [En línea] [Citado el: 20 de Febrero de 2014.] <http://ellislab.com/codeigniter>.
24. **García Vidal, Yanio.** *Arquitectura de Software*. La Habana: s.n., 2011.
25. **Sánchez Méndez, Alelí.** *Proceso de desarrollo de software. Metodología DAC*. La Habana: s.n., 2013.
26. **Fundora Carrasco, Yailin y Sánchez Tumbarell, Norges.** Integración a nivel de datos de los sistemas que conforman el sistema de gestión universitaria. La Habana: s.n., 2012. ISBN: 978-959-286-019-3.
27. **de Armas Urquiza, Roberto y Espi Lacomba, Nora.** *El Sistema de Educación de la República de Cuba*. La Habana: s.n.
28. **Sommerville, Ian.** *Ingeniería del Software*. Séptima edición. Madrid: Pearson Addison Wesley, 2005. ISBN: 84-7829-074-5.
29. **Goguen, J y Linde, C.** *Techniques for Requirements Elicitation*. 1993.



30. **Guglielmetti, Marcos Germán.** Definición de Arquitectura Software. [En línea] [Citado el: 22 de Marzo de 2014.] <http://www.mastermagazine.info/termino/3916.php>.
31. **EllisLab, Inc.** Codelgniter.Guía del Usuario Versión 2.2.0. [En línea] [Citado el: 26 de Marzo de 2014.] <http://ellislab.com/codeigniter/download>.
32. **Larman, Craig.** *UML Y Patrones:Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Segunda edición. s.l.: PRENTICE HALL, 2003.
33. **Kaisler, Stephen Hendrick.** *Software Paradigms*. New Jersey: John Wiley and Sons,Inc, 2005. ISBN: 0-471-48347-8.
34. **Larman, Craig.** *UML Y Patrones:Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. México: PRENTICE HALL, 1999. ISBN: 970-17-0261-1.
35. **Dirección de Teleformación.** Entorno Virtual de Aprendizaje. *Modelo entidad relación (MER).Extensiones del MER*. [En línea] [Citado el: 22 de Marzo de 2014.] http://eva.uci.cu/file.php/180/2._Clases/Tema_1/Materiales_basicos/2.Modelo_Entidad_Relacion_y_extensiones.pdf.
36. **Schildt, Herbert.** *C++ Guía de autoenseñanza*. España: Osborne/McGraw-Hill. ISBN: 84-481-3203-3.
37. **Bonanata, Maximiliano.** *Programación y algoritmos. Aprenda a programar con los lenguajes C y Pascal*. Buenos Aires: MP Ediciones, 2003. ISBN: 9789875261563.
38. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. Quinta edición. s.l.: McGraw-Hill, 2003. ISBN: 8448132149.
39. —. *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. Sexta edición. MEXICO: McGraw-Hill, 2005. ISBN: 9789701054734.
40. **Equipo del Producto CMMI.** *CMMI para Desarrollo. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios*. Tercera edición. Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces, 2010.



Bibliografía Consultada

Anexos a la resolución 132/2004. Normas y Procedimientos para la Gestión del Postgrado. 2006.

Apache Software Foundation. Apache JMeter. [En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2014.] <http://jmeter.apache.org/>.

Ballard, Phil y Moncur, Michael. *Sams Teach Yourself Ajax, JavaScript, and PHP All in one.* Indiana,USA: Sams Publishing, 2009. ISBN: 978-0-672-32965-4.

Bibeault, Bear y Katz, Yehuda. *Jquery in Action.* Connecticut: Manning Publications, 2008. ISBN: 1-933988-35-5.

Bonanata, Maximiliano. *Programación y algoritmos. Aprenda a programar con los lenguajes C y Pascal.* Buenos Aires: MP Ediciones, 2003. ISBN: 9789875261563.

Castro, Elizabeth. *HTML con XHTML y CSS.* España: ANAYA Multimedia, 2006.

Centro de Servicios Informáticos. Sistema de Administración Académica de Postgrado. [En línea] 2008. [Citado el: 25 de Marzo de 2014.] <http://www.csi.espol.edu.ec/ui/es/content/sistema/sistema.aspx?op=toshow&id=106>.

Design Patterns. [En línea] [Citado el: 27 de Marzo de 2014.] http://sourcemaking.com/design_patterns.

de Armas Urquiza, Roberto y Espi Lacomba, Nora. *El Sistema de Educación de la República de Cuba.* La Habana: s.n.

Díaz González, Yanette y Fernández Romero, Yenisleidy. *Patrón Modelo-Vista-Controlador.* La Habana: s.n., 2012, Vol. 11. ISSN: 1729-3804.

Dirección de Teleformación. Entorno Virtual de Aprendizaje. *Modelo entidad relación (MER).Extensiones del MER.* [En línea] [Citado el: 22 de Marzo de 2014.] http://eva.uci.cu/file.php/180/2._Clases/Tema_1/Materiales_basicos/2.Modelo_Entidad_Relacion_y_extensions.pdf.

Eguíluz Pérez, Javier. *Introducción a JavaScript.* s.l.: LibrosWeb, 2009.

EllisLab, Inc. CodeIgniter.Guía del Usuario Versión 2.2.0. [En línea] [Citado el: 26 de Marzo de 2014.] <http://ellislab.com/codeigniter/download>.

EllisLab, Inc. CodeIgniter. [En línea] [Citado el: 20 de Febrero de 2014.] <http://ellislab.com/codeigniter>.

Equipo del Producto CMMI. *CMMI para Desarrollo. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios.* Tercera edición. Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces, 2010.



- Evolus Corporation.** Pencil Project. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://pencil.evolus.vn>.
- Fundora Carrasco, Yailin y Sánchez Tumbarell, Norges.** Integración a nivel de datos de los sistemas que conforman el sistema de gestión universitaria. La Habana: s.n., 2012. ISBN: 978-959-286-019-3.
- Gallego Vázquez, José Antonio.** *Desarrollo web con PHP y MySQL*. Madrid: ANAYA Multimedia, 2003. ISBN: 84-415-1525-5.
- García Vidal, Yanio.** *Arquitectura de Software*. La Habana: s.n., 2011.
- Goguen, J y Linde, C.** *Techniques for Requirements Elicitation*. 1993.
- Guglielmetti, Marcos Germán.** Definición de Arquitectura Software. [En línea] [Citado el: 22 de Marzo de 2014.] <http://www.mastermagazine.info/termino/3916.php>.
- Howe, Denis y others.** Entorno de Desarrollo Integrado. *FOLDOC*. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://foldoc.org/integrated+development+environment>.
- Howe, Denis y others.** Lenguajes de programación. *FOLDOC*. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://foldoc.org/programming+language>.
- Kabir, Mohammed J.** *La Biblia del Servidor Apache 2*. Madrid: Anaya Multimedia, 2003. pág. 845. ISBN: 8441514682.
- Kaisler, Stephen Hendrick.** *Software Paradigms*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc, 2005. ISBN: 0-471-48347-8.
- Lamarca Lapuente, María Jesus.** Tesis doctoral. *Hipertexto, el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. Madrid, España: s.n., 8 de Diciembre de 2006.
- Larman, Craig.** *UML Y Patrones: Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. México: PRENTICE HALL, 1999. ISBN: 970-17-0261-1.
- Larman, Craig.** *UML Y Patrones: Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Segunda edición. s.l.: PRENTICE HALL, 2003.
- Llanio Martínez, Giraldo, Peniche Covas, Carlos y Rodríguez Pendás, Mariano.** *Los caminos hacia el doctorado en Cuba*. Ciudad de la Habana: Editorial Universitaria, 2007. ISBN: 978-959-16-0663-1.
- MacCaw, Alex.** *JavaScript Web Applications*. California: O'Reilly Media, 2011. ISBN: 978-1-449-30351-8.
- Mateu, Carles.** *Desarrollo de aplicaciones web*. Primera edición. Barcelona: Eureka Media, 2004. ISBN: 84-9788-118-4.



Oracle Corporation y/o afiliados. Netbeans. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <https://netbeans.org>.

Pressman, Roger S. *Ingeniería del software. Un enfoque práctico.* Quinta edición. s.l.: McGraw-Hill, 2003. ISBN: 8448132149.

—. *Ingeniería del software. Un enfoque práctico.* Sexta edición. MEXICO: McGraw-Hill, 2005. ISBN: 9789701054734.

Reglamento de la educación de postgrado de la República de Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 9, La Habana: Ministerio de Justicia, 2004. ISSN: 1682-7511.

Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. *El Lenguaje Unificado de Modelado.* s.l.: Addison Wesley, 2000. ISBN: 8478290370.

Sánchez Méndez, Alelí. *Proceso de desarrollo de software. Metodología DAC.* La Habana: s.n., 2013.

Sánchez Ortega, Iván. *Curso de PHP 5.* Madrid: s.n., 2005.

Sarrion, Eric. *JQuery UI.* California: O'Reilly Media, 2012. ISBN: 978-1-449-31699-0.

Schildt, Herbert. *C++ Guía de autoenseñanza.* España: Osborne/McGraw-Hill. ISBN: 84-481-3203-3.

Sistema informático para la gestión de los planes de ingreso a la Educación Media y Superior en Cuba.

Acosta Ortíz, Luis Ernesto y Sánchez Delgado, Daylenis. 4, La Habana: s.n., 2012, Vol. 6. ISSN: 2227-1899.

SOFTLAND SRL. Visual Paradigm for UML. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://visual-paradigm-for-uml-standard.soft112.com/>.

Sommerville, Ian. *Ingeniería del Software.* Séptima edición. Madrid: Pearson Addison Wesley, 2005. ISBN: 84-7829-074-5.

Teconología y Servicio S.A. Slideshare. *Sistema de gestión académica.* [En línea] 2009. [Citado el: 15 de Marzo de 2014.] <http://www.slideshare.net/tys2009/sistema-de-gestin-acadmica>.

The British Standards Institution. *¿Qué son los sistemas de gestión?.BSI.* [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2014.] <http://www.bsigroup.com.mx/es-mx/Auditoria-y-Certificacion/Sistemas-de-Gestion/De-un-vistazo/Que-son-los-sistemas-de-gestion>

The jQuery Foundation. JQuery write less, do more. [En línea] [Citado el: 20 de Febrero de 2014.] <http://jquery.com/>.



The pgAdmin Development Team. PgAdmin. *PostgreSQL administration and management tools*. [En línea] <http://www.pgadmin.org/>.

The PHP Group. PHP:Hypertext Preprocessor. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://www.php.net/>.

The PostgreSQL Global Development Group. *PostgreSQL 9.0.1 Documentation*. California: s.n., 2010.

The PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL:The world's most advanced open source database. [En línea] [Citado el: 15 de Febrero de 2014.] <http://www.postgresql.org/>.

Universidad Santa Cruz de California. University of California Santa Cruz. [En línea][Citado el: 15 de Abril de 2014] <http://tim.soe.ucsc.edu/undergraduates>

White, Stephen A. y Miers, Derek. *Guía de referencia y modelado.BPMN*. Florida: Future Strategies. ISBN: 978-0-9819870-3-3.

Zeldman, Jeffrey. *Diseño con estándares Web*. España: ANAYA Multimedia, 2004.



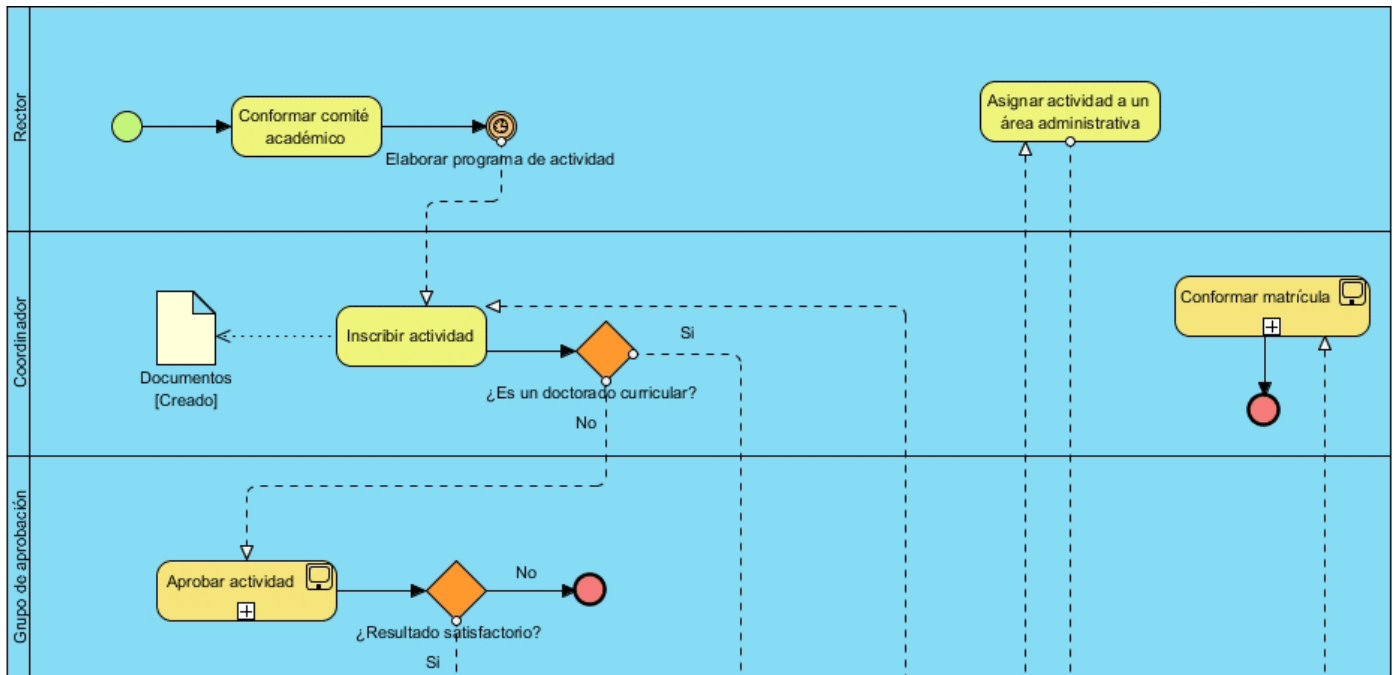
Glosario de Términos

1. **AJAX:** Asynchronous JavaScript And XML (JavaScript asíncrono y XML), es una técnica de desarrollo Web para crear aplicaciones interactivas o RIA (Rich Internet Applications). Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, de esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.
2. **Áreas de proceso:** Aquellas actividades que facilitan el camino de la mejora. En cada una de estas áreas se define qué hay que hacer pero no cómo hay que hacerlo.
3. **Comisión Asesora para la Educación de Postgrado (COPEP):** Es el órgano asesor de la dirección del MES para el trabajo de la educación de postgrado en Cuba (1).
4. **Comisión Nacional de Grados Científicos (CNGC):** Se encuentra adscrita directamente al Consejo de Ministros, es el órgano estatal que encabeza el Sistema Nacional de Grados Científicos. Esta comisión establece las normas y resoluciones para el desarrollo de los grados científicos, que son: doctor en ciencias de determinada especialidad y doctor en ciencias (1).
5. **Crédito académico:** Es una unidad de expresión cuantitativa y cualitativa que valora los resultados alcanzados teniendo en cuenta la profundidad, el volumen y la intensidad del trabajo que realiza el estudiante para lograr las metas trazadas en los programas. Este equivale a 48 horas totales de trabajo del estudiante y la expresión numérica del mismo es en números enteros (1).
6. **CSS:** Hojas en estilo de cascada aplicables a documentos HTML que contiene diferentes estilos y son fáciles de cambiar y diseñar.
7. **DOM:** Document Object Model, es una especificación W3C para interfaces de programa de aplicación para el acceso al contenido de los documentos HTML y XML.
8. **Edición:** Se denomina edición a cada convocatoria del programa de postgrado, independientemente de la cantidad de grupos que puedan constituirse. Las ediciones se numeran consecutivamente de acuerdo con la fecha de apertura. Los alumnos de un programa de postgrado no podrán integrar tribunales para la defensa de tesis o trabajo final en la misma edición en que están matriculados. Tampoco podrán ser miembros del comité académico durante esa edición (7).

9. **FTP:** File Transfer Protocol, protocolo de transferencia de archivos, es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP, basado en la arquitectura cliente-servidor.
10. **HTTP:** Hypertext Transfer Protocol, protocolo de transferencia de hipertexto.
11. **HTTPS:** Hypertext Transfer Protocol Secure, (Protocolo Seguro de Transferencia de Hipertexto), es un protocolo de aplicación basado en el protocolo HTTP, destinado a la transferencia segura de datos de hipertexto, es decir, es la versión segura de HTTP. Es utilizado principalmente por entidades bancarias, tiendas en línea, y cualquier tipo de servicio que requiera el envío de datos personales o contraseñas.
12. **.Net:** es un marco de trabajo de Microsoft que permite un rápido desarrollo de aplicaciones.
13. **RFAP:** Requisitos funcionales de Actividad Postgraduada.
14. **RFCP:** Requisitos funcionales de Control Postgraduado.
15. **RFP:** Requisitos funcionales de Participantes.
16. **RFRG:** Requisitos funcionales de Reportes y Gráficas.
17. **RFT:** Requisitos funcionales de Titulaciones.
18. **RNF:** Requisitos no funcionales.
19. **RN_AP:** Reglas de negocio de Actividad Postgraduada.
20. **RN_CP:** Reglas de negocio de Control Postgraduado.
21. **RN_RG:** Reglas de negocio de Reportes y Gráficas.
22. **RN_T:** Reglas de negocio de Titulaciones.
23. **SOAP:** Simple Object Access Protocol, es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.
24. **TCP/IP:** es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras.
25. **URL:** Uniform Resource Locator, es un Localizador Uniforme de Recursos que representa de un modo compacto la localización y el método de acceso de cualquier recurso de la red.
26. **XML:** eXtensible Markup Language, es un metalenguaje extensible de etiquetas.

Anexos

Anexo 1: Diagramas de procesos de negocios



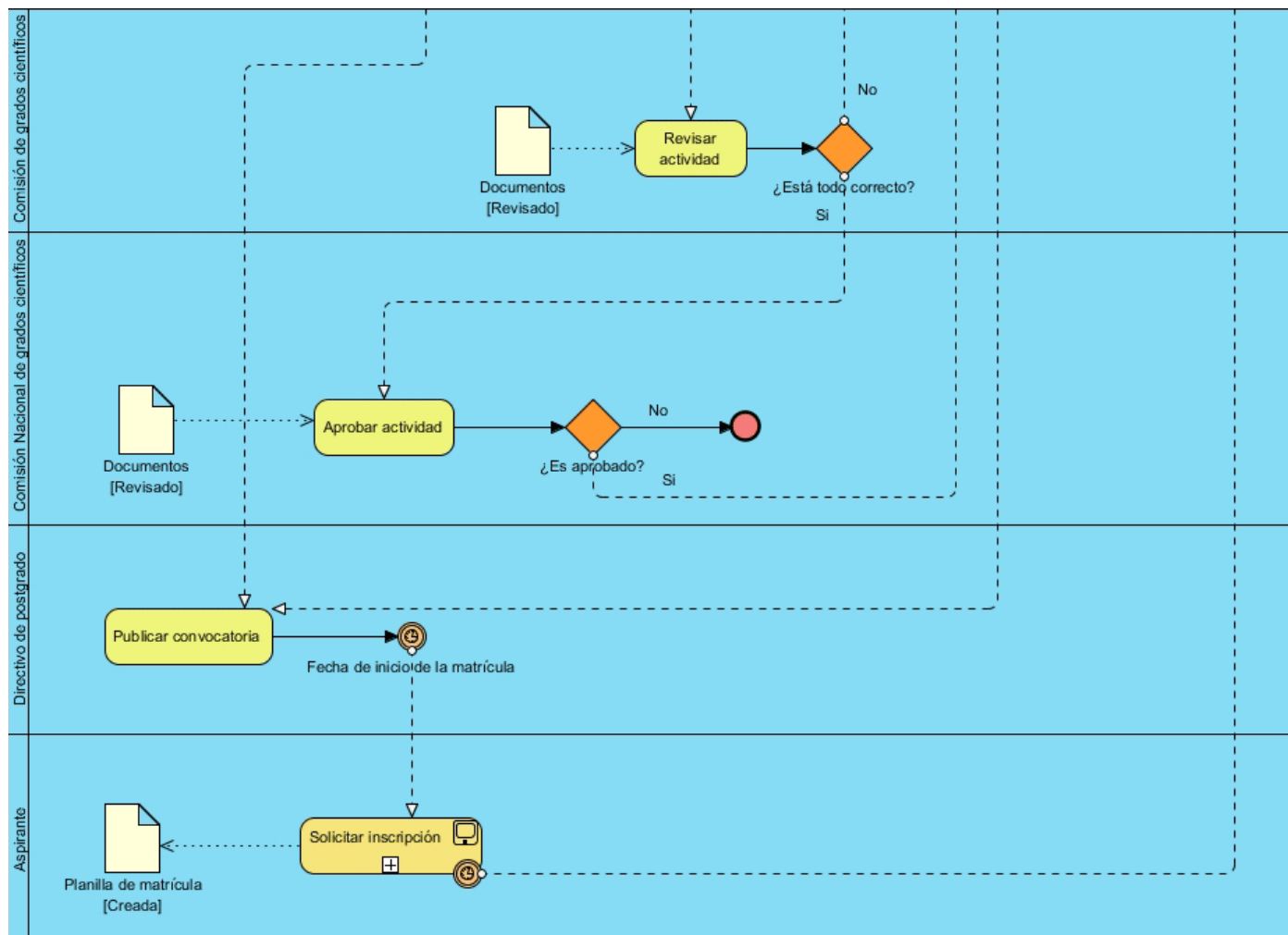


Figura 6: Proceso de negocio de gestión de la formación académica.

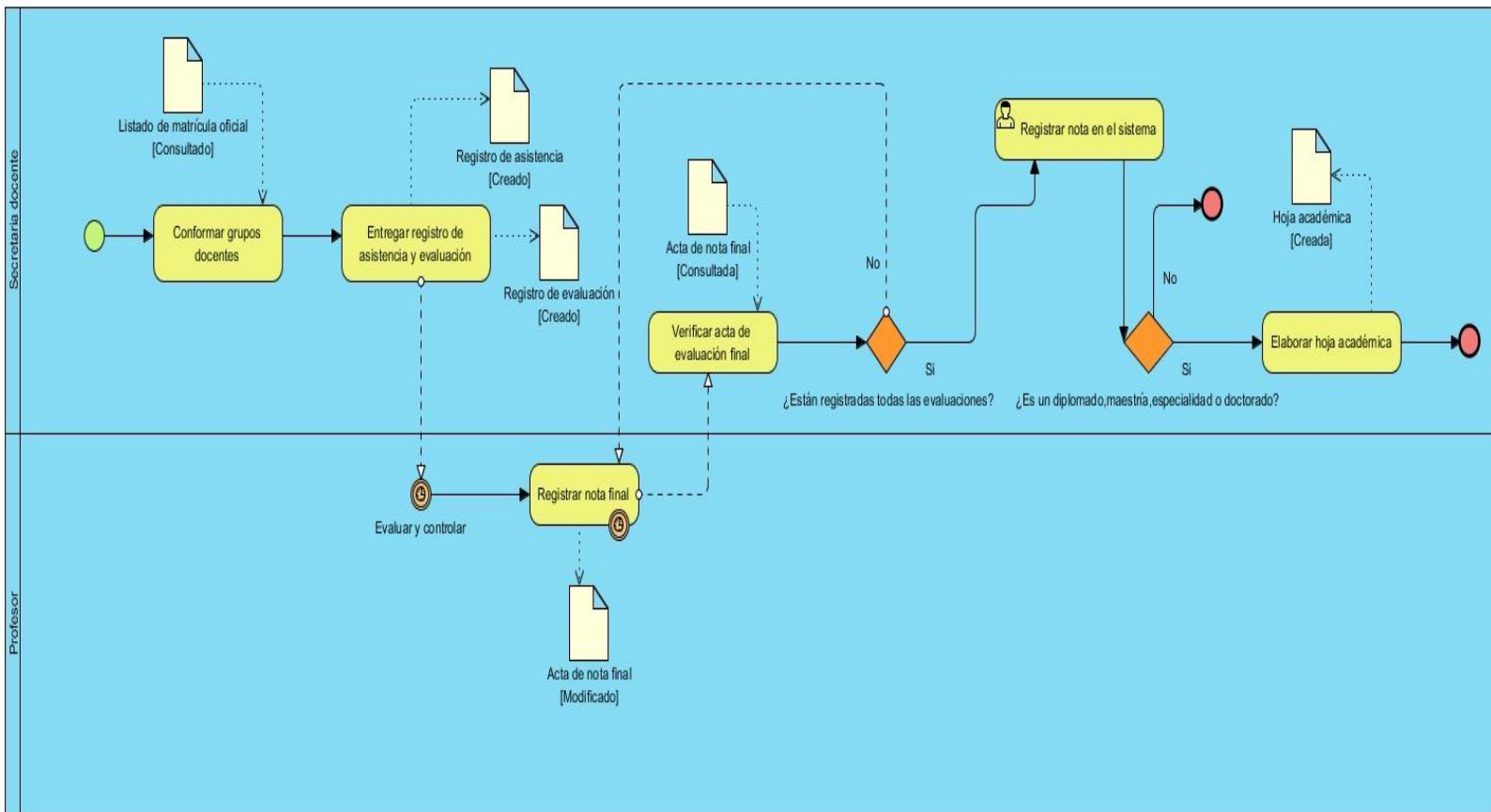


Figura 7: Proceso de negocio de registro y control docente.

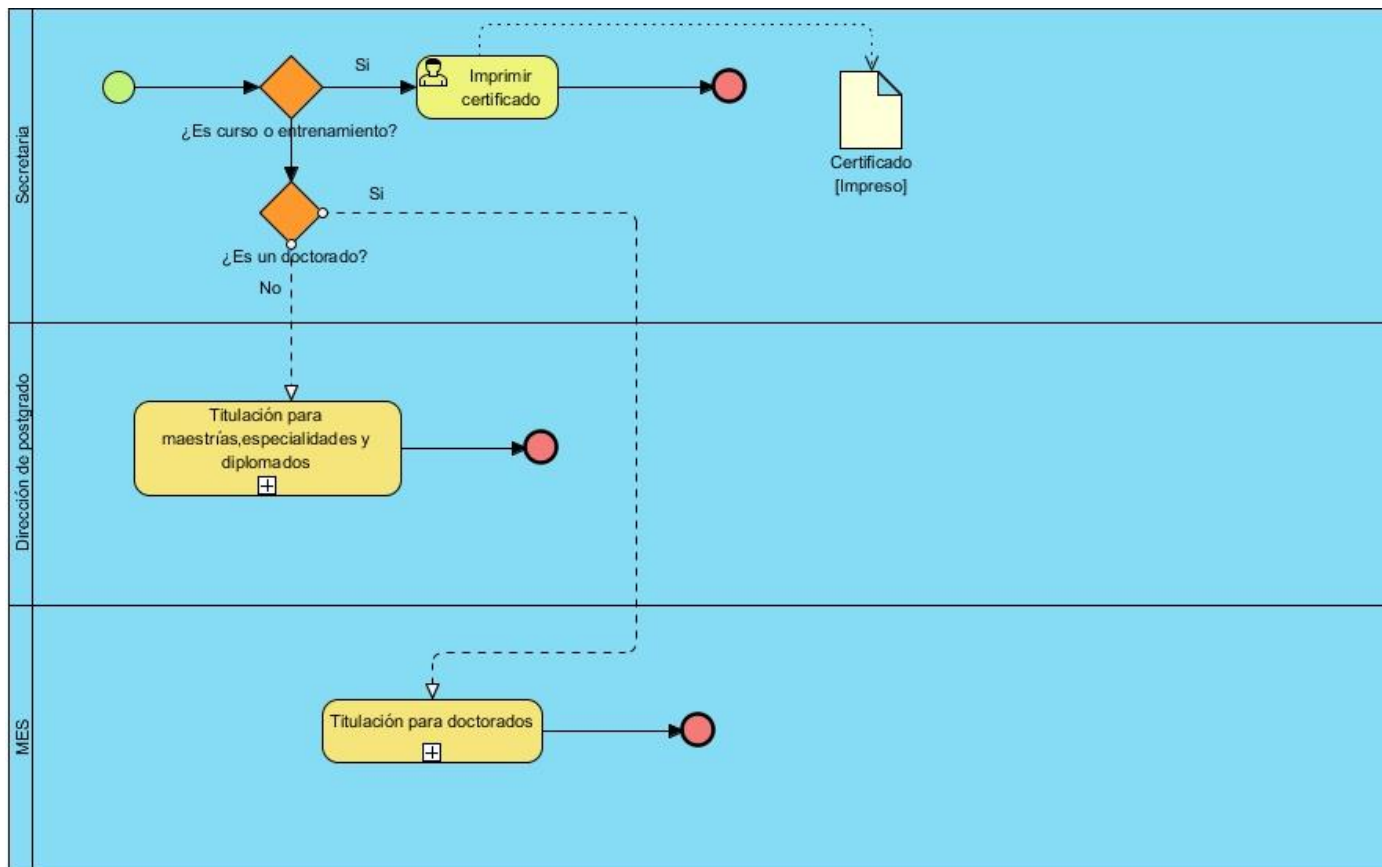


Figura 8: Proceso de negocio de gestión de titulaciones.

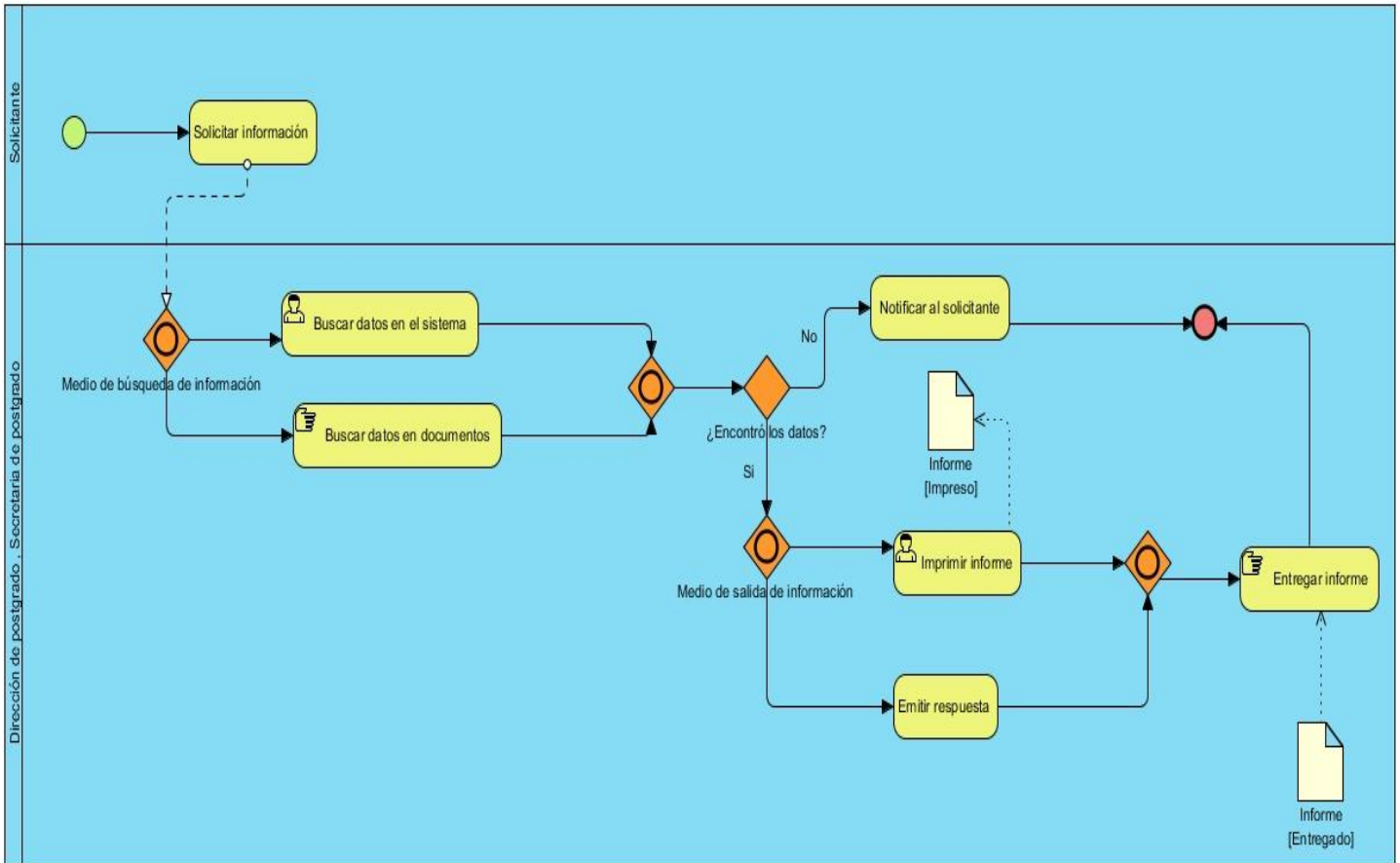


Figura 9: Proceso de negocio de salidas de información en la gestión de actividades de postgrado.

Anexo 2: Descripciones de requisitos funcionales

Nº	Nombre	Descripción	Complejidad	Prioridad para cliente
RFAP1	Crear inscripción de maestría.	<ul style="list-style-type: none"> El requisito permite crear la inscripción de una maestría. Las secretarías de facultad seleccionan del módulo Actividad Postgraduada del 	Alta	Alta

		<p>subsistema Postgrado, la opción Inscribir actividades del menú de funcionalidades Actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra los datos generales a tener en cuenta para inscribir una maestría, divididos en 5 pasos: Datos generales, Asociar actividades lectivas, Asignar programas, Datos de la actividad y Asociar profesores. • En el formulario inscribir maestrías aparece el ícono interno Listar que permite a las secretarias ver el listado de las maestrías inscritas. • Se muestran algunos campos marcados con (*) lo que significa que son campos de carácter obligatorio. • Para pasar de un paso a otro se da clic el botón Siguiente. • En la opción Asociar actividades lectivas se puede filtrar la búsqueda por: forma organizativa y modalidad. • Al asociar las actividades lectivas al menos una debe 		
--	--	---	--	--

ser obligatoria.

Prototipo

Inscribir maestría

Datos generales Asociar actividades lectivas Asignar programa Datos de la actividad Asociar profesores

Título del maestría: *	Universidad rectora: *	Universidad colaboradora:
<input type="text"/>	<input type="text" value="Universidad Ciencias Informáti"/>	<input type="text" value="-Seleccione-"/>
Siglas de la maestría: *	Fecha de inicio: *	Fecha final: *
<input type="text"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>
Edición: *	Versión: *	Total de matrícula: *
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>

Disponible

Siguiente

Cancelar

IU. Paso 1: Datos generales.

Inscribir maestría

Datos generales > Asociar actividades lectivas > Asignar programa > Datos de la actividad > Asociar profesores

Filtrar búsqueda:

Actividades lectivas inscritas Cantidad por página 5

<input type="checkbox"/> Nombre	Forma organizativa	Matrícula total	
<input type="checkbox"/> Alien el octavo pasajero	Curso	20	
<input type="checkbox"/> Arquitectura antigua de la meseta babilonica	Curso	35	
<input type="checkbox"/> Arte antiguo de la meseta babilonica	Curso	20	
<input type="checkbox"/> Biomecanica básica	Curso	25	
<input type="checkbox"/> Curso culminado para probar homologación	Curso	20	

Página 1 de 5 Resultados encontrados: 21

Actividades lectivas de la maestría

Nombre	Forma organizativa	Obligatoria
<input type="text"/>		

IU. Paso 2: Asociar actividades lectivas.

Inscribir maestría

Datos generales > Asociar actividades lectivas > **Asignar programa** > Datos de la actividad > Asociar profesores

Asignar programa

Programa de la maestría		Cantidad por página
Nombre		
<input type="radio"/>	Programa básico de las maestrías UCI	
<input type="radio"/>	Programa para las Maestrías	
Página 1 de 1		Resultados encontrados: 2

Créditos no lectivos

<input type="text" value="0 disponibles"/>	<input type="button" value="Agregar todos"/>	<input type="text" value="0 seleccionados"/>	<input type="button" value="Remover todos"/>
Conferencia Magistral	<input type="button" value="+"/>		
Eventos	<input type="button" value="+"/>		
Expo colectiva	<input type="button" value="+"/>		
Publicaciones	<input type="button" value="+"/>		
Talleres	<input type="button" value="+"/>		
Tesina	<input type="button" value="+"/>		

IU. Paso 3: Asignar programas.

Inscribir maestría

Datos generales > Asociar actividades lectivas > Asignar programa > **Datos de la actividad** > Asociar profesores

Periodicidad:* -Seleccione-	Área de influencia: <input type="text"/>	País:* CUBA
Total de créditos:* 7	Objetivo general:* <input type="text"/>	Objetivos específicos: <input type="text"/>
Modalidad de dedicación:* Tiempo completo:* <input type="text"/> años.		
Tiempo parcial:* <input type="text"/> años.		
<input type="checkbox"/> Aprobado oficialmente		

Anterior

Siguiente

Cancelar

IU. Paso 4: Datos de la actividad



Inscribir maestría

Datos generales > Asociar actividades lectivas > Asignar programa > Datos de la actividad > **Asociar profesores**

<input type="text"/>	Buscar	Filtrar búsqueda: -Seleccione-
Personas inscritas		Cantidad por página 5
<input type="checkbox"/> Nombre y apellidos	Área	<input type="text"/>
Página 1 de 1		Resultados encontrados: 0
Asociar		
Claustro de la maestría		
<input type="checkbox"/> Comité	Nombre y apellidos	Coordinador
<input type="text"/>		

Anterior

Siguiente

Cancelar

IU. Paso 5: Asociar profesores.

	Campos	Tipos de Datos	Reglas o Restricciones
	Título de la maestría	texto	Admite un rango de caracteres válidos de 2 a 100 caracteres. Admite letras, números, espacios, guiones, paréntesis, apóstrofe o guiones bajos.
	Universidad rectora	texto	Lista las universidades que existen en el sistema.
	Universidad colaboradora	texto	Lista las universidades que existen en el sistema.
	Sigla de la maestría	texto	Admite cualquier carácter.
	Fecha de inicio	fecha	Es un campo para seleccionar la fecha.
	Fecha final	fecha	Es un campo para seleccionar la fecha.
	Edición	integer	Solo admite valores enteros.
	Versión	texto	Admite cualquier carácter. Permite hasta 5 caracteres.
	Total de matrícula	integer	Admite un rango de caracteres válidos de 1 a 6 caracteres con valores numéricos.
	Disponible	texto	Puede ser "Disponible" o "No disponible".
	Actividades lectivas inscritas	texto	Lista las actividades de tipo curso y entrenamientos que están registradas en el sistema.
	Obligatoria	texto	Permite seleccionar alguna actividad obligatoria para la maestría.
	Programas	texto	Lista los programas.
	Créditos no lectivos	texto	Lista los créditos no lectivos.
	Periodicidad	texto	Lista las periodicidades existentes en el sistema.
	Área de influencia	texto	Admite letras, números, espacios, guiones, paréntesis, apóstrofe o guiones bajos.
	País	texto	Lista todos los países que existen en el sistema.

	Total de créditos	integer	Admite un rango de caracteres válidos de 1 a 50 caracteres con valores numéricos. Se calcula de la suma de los créditos obligatorios y opcionales, y el valor de los créditos no lectivos.
	Tiempo completo	integer	Admite hasta 5 caracteres numéricos.
	Tiempo parcial	integer	Admite hasta 3 caracteres numéricos.
	Objetivo general	texto	Admite valores alfanuméricos.
	Objetivos específicos	texto	Admite valores alfanuméricos.
	Aprobado oficialmente	texto	Puede ser marcado como aprobado o no.
	Claustro de la maestría	texto	Lista los profesores que existen en sistema.
	Coordinador	texto	Permite la selección del coordinador de la maestría, siendo uno de los profesores asociados a la maestría.
	Observaciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las secretarías tienen que estar autenticados en el sistema. 2. Si deja algún campo obligatorio se le mostrará un mensaje "Campo requerido". 3. Al llenar los "Datos de la actividad" debe tener en cuenta que el total de créditos debe ser un valor mayor o igual que 70. Si pone un valor fuera de ese rango le saldrá el mensaje "Entre un valor mayor o igual que 70." 4. Al "Asociar profesores" debe seleccionar uno como coordinador, de lo contrario le saldrá el mensaje "Debe seleccionar un coordinador." 5. Si selecciona menos de 5 profesores se le mostrará el mensaje "El comité debe de estar integrado al menos por cinco personas." 	

Tabla 13: Descripción del requisito Crear inscripción de maestrías.

Nº	Nombre	Descripción	Complejidad	Prioridad para cliente
RFAP3	Mostrar inscripciones de maestría.	<ul style="list-style-type: none"> • El requisito permite mostrar las maestrías inscritas hasta el 	Media	Media

		<p>momento. Las secretarias de facultad seleccionan del módulo Actividad Postgraduada del subsistema Postgrado, la opción Inscribir actividades del menú de funcionalidades Actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra un listado de las maestrías existentes. • Al nivel de cada actividad aparecen los íconos internos que permiten ver los detalles de cada una de las maestrías creadas y modificarlas. • Las secretarias pueden filtrar la búsqueda por: periodicidad y edición. • Las secretarias pueden buscar por el nombre de la actividad. • El sistema debe presentar los íconos flotantes: Inscribir maestrías, Actualizar y Exportar. 		
	Prototipo			

	<p>Maestrías</p> <p>nombre <input type="text"/> <input type="button" value="Buscar"/> Filtrar búsqueda: <input type="text" value="-Seleccione-"/></p> <p>Cantidad por página <input type="text" value="5"/></p> <p>Nombre <input type="text" value="Sistemas informaticos"/> Edición <input type="text" value="1"/> <input type="button" value="🔍"/> <input type="button" value="🔍"/> <input type="button" value="🔍"/></p> <p>Página <input type="text" value="1"/> de 1 <input type="button" value="⏪"/> <input type="button" value="⏩"/> Resultados encontrados: 1</p>		
	Campos	Tipos de Datos	Reglas o Restricciones
	Observaciones	<ol style="list-style-type: none"> 6. Las secretarías tienen que estar autenticadas en el sistema. 7. Tienen que existir en el sistema maestrías inscritas. 8. El comité debe de estar integrado al menos por cinco personas. 9. El coordinador debe ser parte del comité. 10. Los programas a mostrar son los destinados a utilizar en las maestrías. 	

Tabla 14: Descripción del requisito Mostrar inscripciones de maestrías.

Anexo 3: Vistas principales

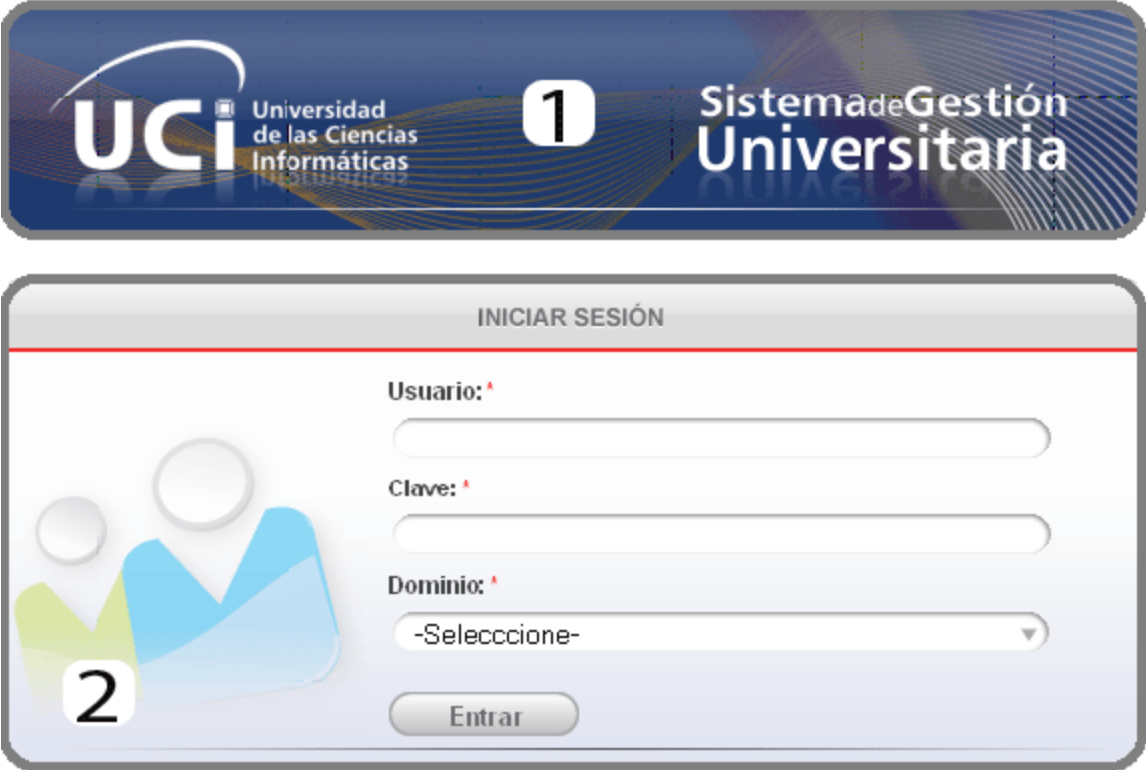


Figura 10: Vista de presentación.



Figura 11: Vista de escritorio.

SISTEMA DE GESTIÓN UNIVERSITARIA

Pregrado · Postgrado · Cooperación · Residencia · Ingreso · Investigación · Titulación · Laboratorios · Extensión · Teleformación · Egreso

Actividad postgraduada · Control postgraduado · **Titulaciones** · Reportes · Participantes · Categorización Docente > Orlando Y. Martínez Batista

Certificados

nombre Filtrar búsqueda:

Cantidad por página 5

Nombre	Área	Forma organizativa
Actividades textiles filarmónicas	Facultad 1	Entrenamiento
Astrología moderna del CPU barato	Facultad 1	Curso
Blurred Lines	Facultad 1	Curso
Cartografía elemental del redondel simpático	Facultad 2	Curso
Curso culminado para probar homologación	Facultad 1	Curso

Página 1 de 2 Resultados encontrados: 6

Expediente

- Certificados
- Expedientes

Titulaciones

Configuración

UCI Universidad de las Ciencias Informáticas © 2013 CENIA | Términos de uso Universidad de las Ciencias Informáticas

Sistema de Gestión Universitaria

Figura 12: Vista de gestión de procesos.

Anexo 4: Modelo de datos

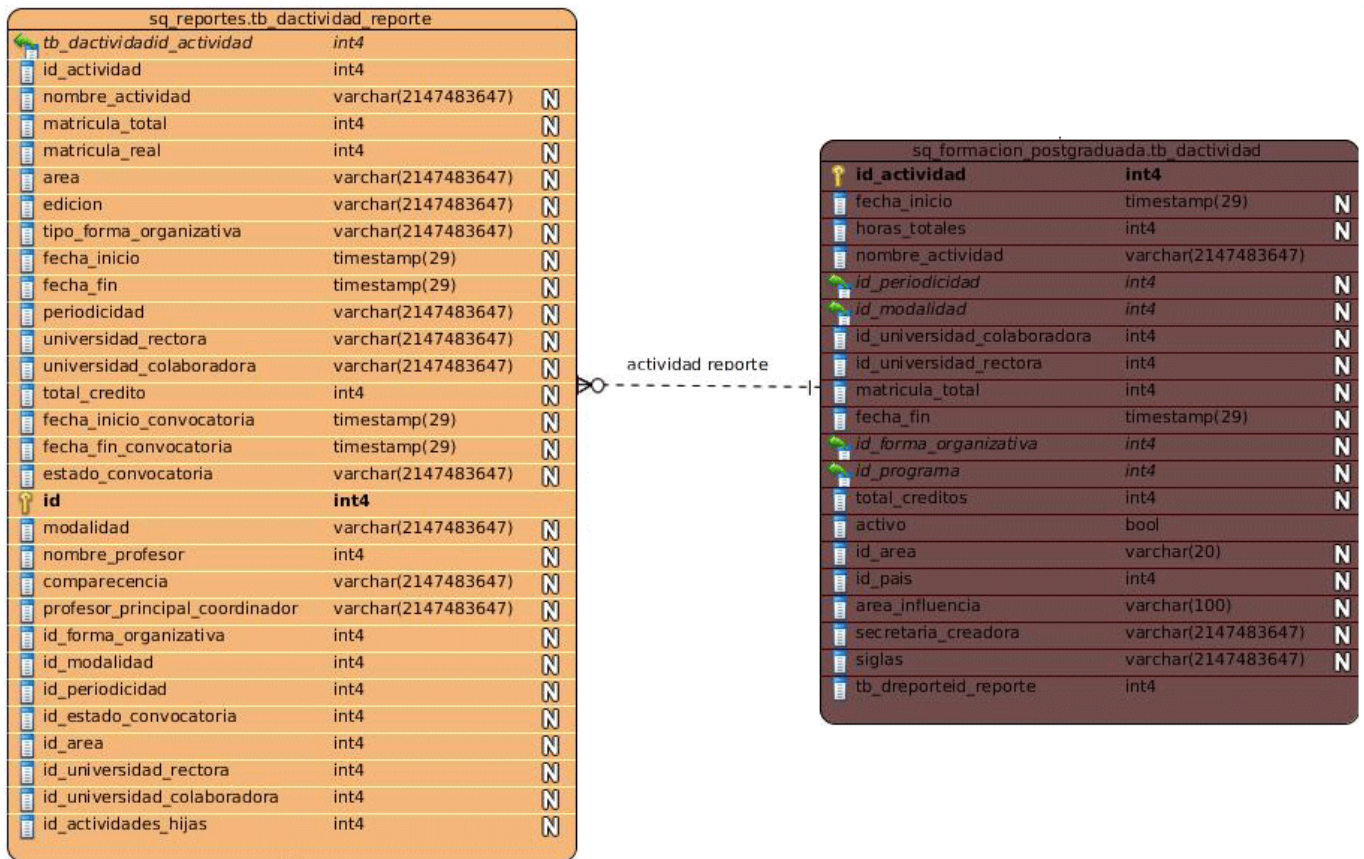


Figura 16: Parte 2. Modelo de datos físico del módulo Reportes y gráficas.



Figura 17: Parte 1. Modelo de datos físico del módulo Control Postgraduado.

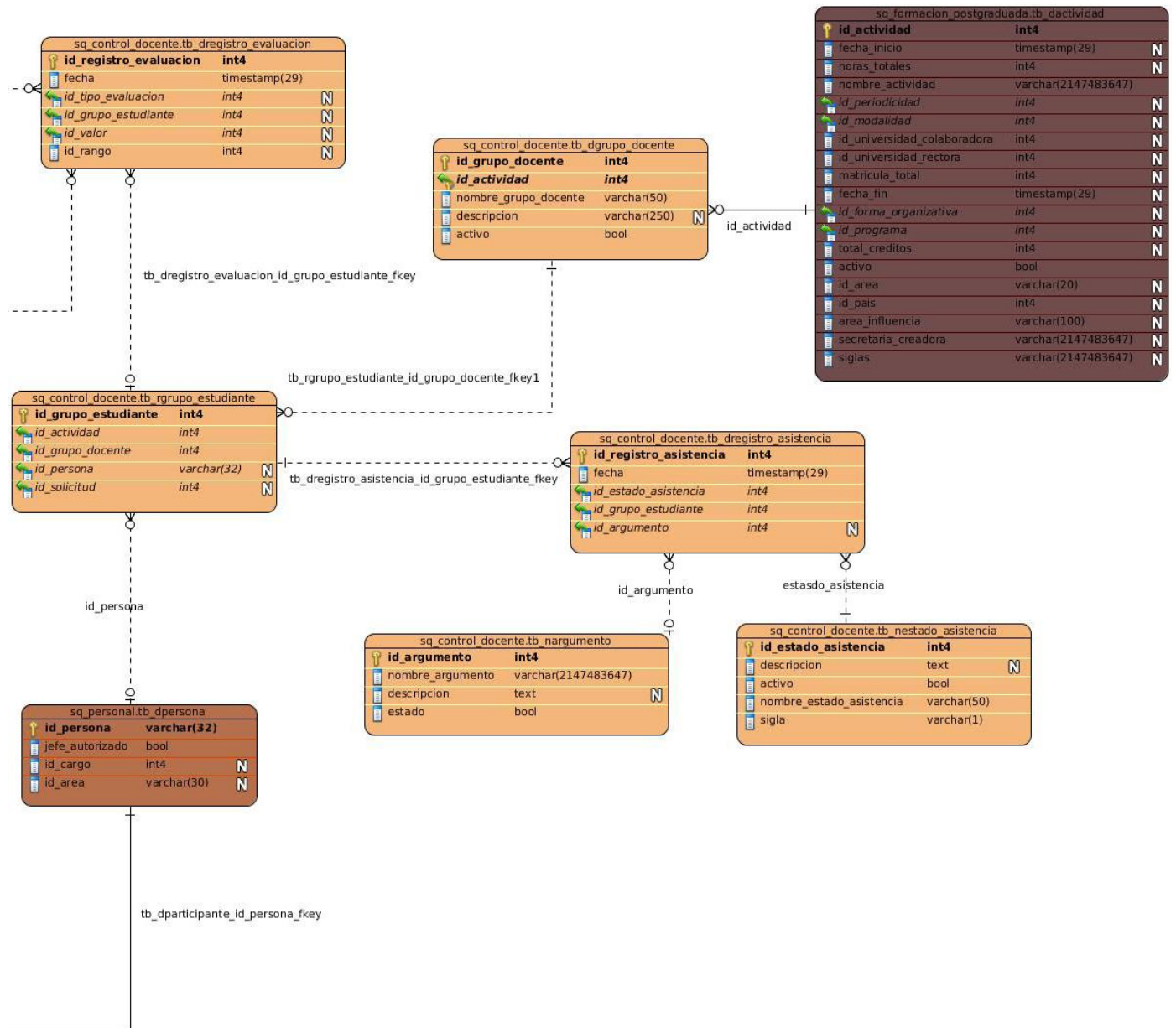


Figura 18: Parte 2. Modelo de datos físico del módulo Control Postgraduado.

Anexo 5: Casos de pruebas de caja blanca

Prueba estructural de caja blanca	Código caso de prueba: DIN_POS_AP_LM.
Probador: Richard Yanes Rapado	

Código al que se aplica

```
public function listar_() {
    $this->load->helper('grid');
    $post_var = $this->input->all_post(true);
    $param = array();
    if (isset($post_var['cadena'])) {
        $criterios = json_decode($post_var['cadena']);
        if ($criterios->text_buscar != '')
            $param['nombre_actividad'] = $criterios->text_buscar;
        if ($criterios->periodicidad_val != '')
            $param['id_periodicidad'] = $criterios->periodicidad_val;

        if ($criterios->edicion_val != '')
            $param['edicion'] = $criterios->edicion_val;
        echo(grid_json($this->maestria_lib, 'obtenerCantidad2', 'listar_',
            array($param)));
    }
    else
        echo(grid_json($this->maestria_lib, 'obtenerCantidad', 'listar_'));
}
```

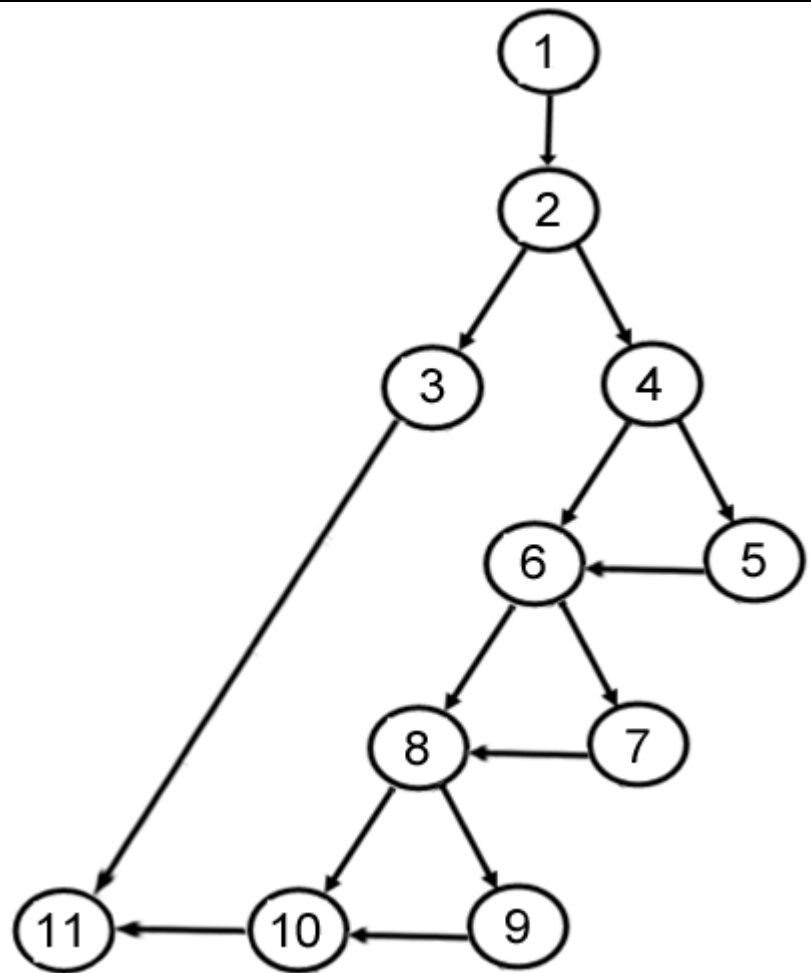
Complejidad ciclomática:

$$V(G) = (A - N) + 2 = (14 - 11) + 2 = 5$$

Camino independientes:

- 1) 1 - 2 - 3 - 11
- 2) 1 - 2 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 11
- 3) 1 - 2 - 4 - 6 - 7 - 8 - 10 - 11
- 4) 1 - 2 - 4 - 6 - 8 - 9 - 10 - 11
- 5) 1 - 2 - 4 - 6 - 8 - 10 - 11

Representación del grafo:



Caso de prueba para el camino básico 1

Descripción: los datos que se obtienen en la función son los atributos a buscar.

Condición de ejecución: los datos que se obtienen en la función no son enviados.

Procedimiento prueba automatizada

Datos de entrada:

-

Tipo de dato esperado:

is_null

Función de evaluación:

\$resultadoEsperado="is_null"

\$nombrePrueba="Prueba:' Mostrar inscripciones de maestría";

echo \$this->empezarPrueba(\$this->listar_(),

\$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);

Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Caso de prueba para el camino básico 2	
Descripción: los datos que se obtienen en la función son los atributos a buscar.	
Condición de ejecución: los datos que se obtienen en la función son enviados.	
Procedimiento prueba automatizada	
Datos de entrada:	-
Tipo de dato esperado:	is_null
Función de evaluación: \$resultadoEsperado=" is_null" \$nombrePrueba="Prueba:' Mostrar inscripciones de maestría"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->listar_()), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Caso de prueba para el camino básico 3	
Descripción: los datos que se obtienen en la función son los atributos a buscar.	
Condición de ejecución: los datos que se obtienen en la función son enviados.	
Procedimiento prueba automatizada	
Datos de entrada:	-
Tipo de dato esperado:	is_null
Función de evaluación: \$resultadoEsperado=" is_null" \$nombrePrueba="Prueba:' Mostrar inscripciones de maestría"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->listar_()), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Caso de prueba para el camino básico 4	
Descripción: los datos que se obtienen en la función son los atributos a buscar.	
Condición de ejecución: los datos que se obtienen en la función son enviados.	
Procedimiento prueba automatizada	
Datos de entrada:	-
Tipo de dato esperado:	is_null
Función de evaluación: \$resultadoEsperado=" is_null"	

<pre>\$nombrePrueba="Prueba:' Mostrar inscripciones de maestría"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->listar_(), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);</pre>	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Caso de prueba para el camino básico 5	
Descripción: los datos que se obtienen en la función son los atributos a buscar.	
Condición de ejecución: los datos que se obtienen en la función son enviados.	
Procedimiento prueba automatizada	
Datos de entrada:	-
Tipo de dato esperado:	is_null
Función de evaluación: <pre>\$resultadoEsperado=" is_null" \$nombrePrueba="Prueba:' Mostrar inscripciones de maestría"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->listar_(), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);</pre>	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Resultado final de la prueba: satisfactoria en su totalidad.	

Tabla 15: Caso de prueba de caja blanca DIN_POS_AP_LM.

Prueba estructural de caja blanca	Código caso de prueba: DIN_POS_T_LTFF.
Probador: Richard Yanes Rapado	
Código al que se aplica	

```

public function listarTrabajoFinalFiltro($inicio = null, $limite = null,
    $elementoOrdenar = '', $dirOrdenar = 'asc ', $criterio = null)
{
    $param = $this->parametrosBusqueda($criterio);

    $array = $this->_ci->tb_dtrabajo_final_md1->listarTrabajoFinalFiltro($inicio,
        $limite, $elementoOrdenar, $dirOrdenar, $param);
    $arrayTribunales = array();

    foreach ($array as $key => $value)
    {
        $id_grupo_estudiante = $this->_ci->ioc->control_postgraduado->obtenerGrupoEstudianteDadoId1(
            $value['id_grupo_estudiante']);
        $forma_organizativa = $this->_ci->ioc->actividad_postgraduada->obtenerFormaOrganizativaDadoIdActividad(
            $id_grupo_estudiante->id_actividad);
        $value['nombre_forma'] = $forma_organizativa->nombre_forma_organizativa;
        $arrayTribunales[] = $value;
    }
    $this->_ci->session->set_userdata('xml_trabajo_final', $arrayTribunales);
    return $arrayTribunales;
}

```

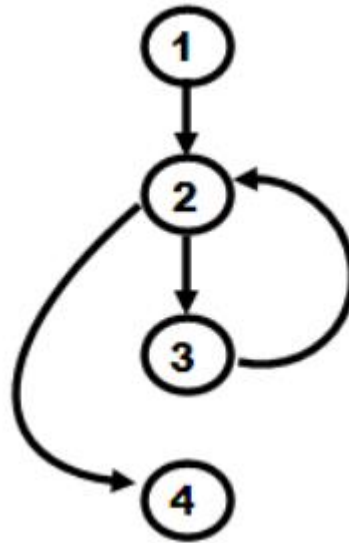
Complejidad ciclomática:

$$V(G) = (A - N) + 2 = (4 - 4) + 2 = 2$$

Caminos independientes:

- 1) 1 - 2 - 4
- 2) 1 - 2 - 3 - 2 - 4

Representación del grafo:



Caso de prueba para el camino básico 1

Descripción: el dato de entrada criterio contiene el/los atributo(s) a buscar.

Condición de ejecución: dado el dato de entrada criterio no se encontró resultado.

Procedimiento prueba automatizada

Datos de entrada: Arreglo con datos.

Tipo de dato esperado: is_array

Función de evaluación:

\$resultadoEsperado="is_array"

<pre>\$nombrePrueba="Prueba:'Listar Trabajo Final"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->trabajo_final_lib(null,null,"",\$dirOrdenar,\$criterio), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);</pre>	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Caso de prueba para el camino básico 2	
Descripción: el dato de entrada criterio contiene el/los atributo(s) a buscar.	
Condición de ejecución: dado el dato de entrada criterio se encontró/encontraron resultado(s).	
Procedimiento prueba automatizada	
Datos de entrada:	Arreglo con datos.
Tipo de dato esperado:	is_array
Función de evaluación: <pre>\$resultadoEsperado="is_array" \$nombrePrueba="Prueba:'Listar Trabajo Final"; echo \$this->empezarPrueba(\$this->trabajo_final_lib(null,null,"",\$dirOrdenar,\$criterio), \$resultadoEsperado,\$nombrePrueba);</pre>	
Evaluación del caso de prueba:	satisfactoria
Resultado final de la prueba: satisfactoria en su totalidad.	

Tabla 16: Caso de prueba de caja blanca DIN_POS_T_LTFF.

Anexo 6: Casos de pruebas de integración

Módulo al que se integra	Actividad Postgraduada
Condiciones de ejecución	Que el módulo de Actividad Postgraduada haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.
Descripción de la prueba	Comprobar que el reporteador es capaz de confeccionar reportes con información gestionada por el módulo de Actividad Postgraduada.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo de Actividad Postgraduada introduce en la base de datos central los datos y el reporteador consulta estos datos y crea el reporte.
Resultado esperado	Se crea el reporte con los datos.
Evaluación	Prueba satisfactoria.

Tabla 17: Prueba de integración del módulo Reportes y Gráficas al módulo de Actividad Postgraduada.

Módulo al que se integra	Control Postgraduado
Condiciones de ejecución	Que el módulo de Control Postgraduado haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.
Descripción de la prueba	Comprobar que el reporteador es capaz de confeccionar reportes con información gestionada por el módulo de Control Postgraduado.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo de Control Postgraduado introduce en la base de datos central los datos y el reporteador consulta estos datos y crea el reporte.
Resultado esperado	Se crea el reporte con los datos.
Evaluación	Prueba satisfactoria.

Tabla 18: Prueba de integración del módulo Reportes y Gráficas al módulo de Control Postgraduado.

Módulo al que se integra	Actividad Postgraduada
Condiciones de ejecución	Que el módulo de Actividad Postgraduada haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.
Descripción de la prueba	Comprobar que el módulo Participante es capaz de realizar el acceso a información gestionada por el módulo de Actividad Postgraduada.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo de Actividad Postgraduada introduce en la base de datos central los datos y el módulo Participantes consulta estos datos y se los muestra al usuario.
Resultado esperado	Se muestran los datos al usuario.
Evaluación	Prueba satisfactoria.

Tabla 19: Prueba de integración del módulo Participantes al módulo de Actividad Postgraduada.

Módulo al que se integra	Control Postgraduado
Condiciones de ejecución	Que el módulo de Control Postgraduado haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.

Descripción de la prueba	Comprobar que el módulo Participante es capaz de realizar el acceso a información gestionada por el módulo de Control Postgraduado.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo de Control Postgraduado introduce en la base de datos central los datos y el módulo Participantes consulta estos datos y se los muestra al usuario.
Resultado esperado	Se muestran los datos al usuario.
Evaluación	Prueba satisfactoria.

Tabla 20: Prueba de integración del módulo Participantes al módulo de Control Postgraduado.

Módulo al que se integra	Actividad Postgraduada
Condiciones de ejecución	Que el módulo de Actividad Postgraduada haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.
Descripción de la prueba	Comprobar que el módulo Titulaciones es capaz de realizar el acceso a información gestionada por el módulo de Actividad Postgraduada.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo de Actividad Postgraduada introduce en la base de datos central los datos y el módulo Titulaciones consulta estos datos y se crea un trabajo final.
Resultado esperado	Se crea un trabajo final con los datos.
Evaluación	Prueba satisfactoria.

Tabla 21: Prueba de integración del módulo Titulaciones al módulo de Actividad Postgraduada

Módulo al que se integra	Personal
Condiciones de ejecución	Que el módulo Personal haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.
Descripción de la prueba	Comprobar que el módulo Actividad Postgraduada es capaz de realizar el acceso a información gestionada por el módulo de Personal.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo Personal introduce en la base de datos central los datos y el módulo Actividad Postgraduada consulta estos datos y se crea una actividad.
Resultado esperado	Se crea una actividad con los datos.

Evaluación	Prueba satisfactoria.
-------------------	-----------------------

Tabla 22: Prueba de integración del módulo Actividad Postgraduada al módulo Personal.

Módulo al que se integra	Estructura y Composición
Condiciones de ejecución	Que el módulo Estructura y Composición haya introducido los datos en la base de datos central y exista conexión con la misma.
Descripción de la prueba	Comprobar que el módulo Titulaciones es capaz de realizar el acceso a información gestionada por el módulo de Estructura y Composición.
Entradas/Pasos de ejecución	El módulo Estructura y Composición introduce en la base de datos central los datos y el módulo Titulaciones consulta estos datos y se crea un grupo de certificación.
Resultado esperado	Se crea un grupo de certificación con los datos.
Evaluación	Prueba satisfactoria.

Tabla 23: Prueba de integración del módulo Titulaciones al módulo Estructura y Composición.

Anexo 7: Casos de pruebas de caja negra

Escenario	Descripción	Variable 1 "Actividad"	Variable 2 "Matrícula"	Variable 3 "Descripción"	Variable 4 "Fecha de inicio"	Variable 5 "Fecha fin"	Variable 6 "Disponible"
EC 1.1 Insertar datos correctamente.	Mediante este escenario se inserta en el sistema una nueva convocatoria de actividad.	NA	NA	V	V	V	V
				Convocatoria de actividad	12/10/2013	02/10/2014	Disponible
		NA	NA	NA	V	V	V
					12/15/2013	03/10/2014	No disponible.
EC 1.2 Insertar elemento repetido.	Mediante este escenario se introducen datos para insertar una convocatoria de una actividad ya existe en	NA	NA	V	V	V	V
				Convocatoria de actividad	12/10/2013	02/10/2014	Disponible
		NA	NA	NA	V	V	V

	el sistema.				12/15/2013	03/10/2014	No disponible.
EC 1.3 Insertar datos incompletos.	Mediante este escenario no se introducen todos los datos para insertar una	NA	NA	V	V	I	V
				Convocatoria de actividad	12/15/2013	vacío	Disponible
		NA	NA	NA	I	V	V

	convocatoria de actividad.				vacío	03/10/2014	No disponible.
EC 1.4 Insertar datos incorrectos.	Mediante este escenario se introducen datos incorrectos para crear una convocatoria de actividad.	NA	NA	V	I	I	V
				convocatoria de actividad	10/05/2014	20/05/2014	No disponible.
		NA	NA	NA	I	I	V

					4444	4444	Disponible.
EC 1.5 Cancelar operación.	Se cancela la creación de la convocatoria de actividad.	NA	NA	NA	NA	NA	NA

EC 1.6 Filtrar búsqueda.	Mediante este escenario el usuario puede filtrar los elementos a mostrar en el listado. Los criterios de filtrado pueden ser: Forma organizativa.	NA	NA	NA	NA	NA	NA
EC 1.7 Buscar.	Mediante este escenario el usuario puede realizar una búsqueda de los elementos del listado. El parámetro de búsqueda es: el nombre de la convocatoria.	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		NA	NA	NA	NA	NA	NA

EC 1.8 Ordenar alfabéticamente por el nombre de la convocatoria.	Mediante este escenario se puede ordenar el listado de convocatorias alfabéticamente.	NA	NA	NA	NA	NA	NA
		Por defecto se muestran 10 convocatorias de actividad.	“Dejar el número de la página que se muestra inicialmente”.				

Tabla 24: Parte uno. Diseño de caso de prueba Crear convocatoria de actividad.

Variable 7 "Configurar reglas para la convocatoria"	Variable 8 "Reglas"	Variable 9 "Parámetros"	Variable 9 "Buscar"	Variable 10 "Filtrar búsqueda"	Respuesta del sistema	Flujo central
NA	NA	NA	NA	NA	El sistema actualiza el listado de convocatorias y muestra el mensaje "El elemento ha sido creado satisfactoriamente".	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado. • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada" y el sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema hasta la fecha. • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes hasta la fecha. • El usuario selecciona la actividad a la cual se le realizará la convocatoria y presiona el botón "Siguiente". • El usuario llena todos los datos satisfactoriamente y presiona el botón "Aceptar".
V	V	V	NA	NA		
Seleccionado	Área	Dirección de Formación Postgraduada, Facultad 1				
NA	NA	NA	NA	NA	El sistema muestra un mensaje de error: "El elemento ya existe" y no lo suscribe.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado. • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones.
V	V	V	NA	NA		

Seleccionado	Área	Dirección de Formación Postgraduada, Facultad 1				<ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona el módulo “Actividad postgraduada” y el sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción “Convocatorias”. • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema. • El usuario selecciona la opción “Crear” en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario selecciona una actividad a la cual ya se le realizó una convocatoria y presiona el botón “Siguiente”. • El usuario llena todos los datos satisfactoriamente con información de un elemento que ya existe y presiona el botón “Aceptar”.
NA	NA	NA	NA	NA	El sistema muestra un mensaje en rojo encima del campo indicando “Campo requerido”.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el “Sistema de Gestión Universitaria” selecciona el Sistema “Postgrado” el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado.
V	I	NA	NA	NA		

Seleccionado	vacío					<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada" y el sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema. • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario selecciona la actividad a la que le realizará la convocatoria y presiona el botón "Siguiete". • El usuario llena todos los datos satisfactoriamente, dejando campos obligatorios vacíos y presiona el botón "Aceptar".
V	V	V	NA	NA		
Seleccionado	Área	Dirección de Formación Postgraduada, Facultad 1			El sistema muestra el mensaje "La fecha final debe ser anterior a la fecha de inicio de la actividad que es 21/04/2014" o "La fecha inicial debe ser anterior a la fecha de inicio de la actividad que es 21/04/2014".	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado. • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada" y el sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las
NA	NA	NA	NA	NA	El sistema muestra encima	

					<p>del campo un mensaje en rojo "Entre una fecha válida".</p>	<p>convocatorias inscritas en el sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes y el sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario selecciona la actividad a la que le realizará la convocatoria y presiona el botón "Siguiete". • El usuario llena todos los datos satisfactoriamente, introduciendo datos incorrectos y presiona el botón "Aceptar".
NA	NA	NA	NA	NA	<p>El sistema muestra el mensaje de confirmación: ¿Está seguro de realizar la acción? y no agrega la convocatoria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado. • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema. • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario selecciona la actividad a la que le realizará la convocatoria y presiona el botón "Siguiete". • El usuario llena todos los datos satisfactoriamente y presiona el botón "Cancelar".

NA	NA	NA	NA	V	El sistema muestra el listado de las	• El usuario una vez autenticado en el “Sistema de Gestión Universitaria” selecciona

				Forma organizativa: Diplomado	convocatorias que coincidan con el valor del criterio especificado.	<p>el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema. • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario selecciona un criterio de filtrado y escoge el valor. • El sistema muestra las convocatorias que coincidan con el criterio especificado.
NA	NA	NA	V	NA	El sistema muestra el listado de las convocatorias que coincidan con el nombre especificado.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado. • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema.
			aplicaciones			
NA	NA	NA	V	NA	El sistema muestra un listado de las convocatorias existentes.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las
			vacío			
NA	NA	NA	I	NA	El sistema muestra el listado vacío porque no	

			#354		encontró coincidencias.	convocatorias inscritas en el sistema. <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario introduce el nombre de la convocatoria que desea buscar. • El sistema muestra las convocatorias inscritas que coincidan con el criterio especificado.
NA	NA	NA	NA	NA	El sistema ordena el listado de forma ascendente o descendente.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado" el cual se encuentra en el sistema previamente autenticado. • El sistema muestra una nueva ventana con diversas opciones. • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú. • El usuario selecciona del menú "Actividades" la opción "Convocatorias". • El sistema muestra un listado con todas las convocatorias inscritas en el sistema. • El usuario selecciona la opción "Crear" en la barra de íconos flotantes. • El sistema muestra el listado de inscripciones de actividades existentes. • El usuario presiona las flechas que se encuentran junto a la palabra "Nombre" y el sistema ordena ascendente o descendentemente el listado de actividades.

Tabla 25: Parte dos. Diseño de caso de prueba Crear convocatoria de actividad.

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Mostrar detalles correctamente.	Mediante este escenario se muestran los detalles de una maestría inscrita.	El sistema muestra los detalles de la maestría seleccionada.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el “Sistema de Gestión Universitaria” selecciona el Sistema “Postgrado”. • El usuario selecciona el módulo “Actividad postgraduada” y el sistema muestra un menú de opciones. • El usuario selecciona del menú “Actividades”, la opción “Inscribir actividades”. • El sistema muestra un conjunto de pestañas y el usuario selecciona la pestaña “Maestrías”. • El sistema muestra en forma de lista, todas las maestrías existentes hasta la fecha. • El usuario selecciona en el área de íconos internos la opción “Ver detalles <nombre de la maestría>”. • El sistema muestra todos los detalles relacionados con la inscripción de la maestría seleccionada.
EC 1.2 Mostrar la acción del ícono ver detalles satisfactoriamente.	Mediante este escenario se indica la acción del ícono ver detalles.	El sistema indica la acción.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el “Sistema de Gestión Universitaria” selecciona el Sistema “Postgrado”. • El usuario selecciona el módulo “Actividad postgraduada” y el sistema muestra un menú de opciones. • El usuario selecciona del menú “Actividades”, la opción “Inscribir actividades”. • El sistema muestra un conjunto de pestañas y el usuario selecciona la pestaña “Maestrías”. • El sistema muestra en forma de lista, todas las maestrías existentes hasta la fecha. • El usuario pasa el puntero del mouse sobre el ícono “Ver detalles <nombre de la maestría>”. • El sistema indica la acción.

<p>EC 1.3 Ejecutar la acción "Cerrar" (X) en la ventana emergente satisfactoriamente.</p>	<p>Mediante este escenario se cierra la ventana donde se muestran los detalles.</p>	<p>El sistema cierra la ventana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el "Sistema de Gestión Universitaria" selecciona el Sistema "Postgrado". • El usuario selecciona el módulo "Actividad postgraduada" y el sistema muestra un menú de opciones. • El usuario selecciona del menú "Actividades", la opción "Inscribir actividades". • El sistema muestra un conjunto de pestañas y el usuario selecciona la pestaña "Maestrías". • El sistema muestra en forma de lista, todas las maestrías existentes hasta la fecha. • El usuario selecciona en el área de íconos internos la opción "Ver detalles <nombre de la maestría>". • El sistema muestra los detalles de la maestría. • El usuario presiona el botón "Cerrar (X)" que se encuentra en la parte derecha superior de la ventana. • El sistema cierra la ventana.
---	---	--------------------------------------	---

Tabla 26: Diseño de caso de prueba Mostrar detalles de maestría.

Escenario	Descripción	Variable 1 "Título de la maestría"	Variable 2 "Universidad rectora"	Variable 3 "Universidad colaboradora"	Variable 4 "Sigla de la maestría"	Variable 5 "Fecha de inicio"	Variable 6 "Fecha final"
<p>EC 1.1 Modificar datos correctamente.</p>	<p>Mediante este escenario se modifica en el sistema una maestría.</p>	V	V	NA	V	V	V
		<p><i>Informática Aplicada</i></p>	<p><i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i></p>		<p><i>IA</i></p>	<p><i>03/02/14</i></p>	<p><i>25/03/14</i></p>

EC 1.2 Modificar dejando datos incompletos.	Mediante este escenario se dejan campos obligatorios vacíos, para la modificación de una maestría.	I	I	V	I	I	I
		<i>vacío</i>	<i>Seleccione</i>	<i>Academia Naval de Granma</i>	<i>vacío</i>	<i>vacío</i>	<i>vacío</i>

EC 1.3 Modificar dejando datos incorrectos.	Mediante este escenario se introducen datos incorrectos para modificar una inscripción de maestría.	I	V	NA	V	V	V
		T	Universidad de las Ciencias Informáticas		IA	03/02/14	25/03/14
		I	V	NA	V	V	V
		%RTG	Universidad de las Ciencias Informáticas		IA	03/02/14	25/03/14
		V	V	NA	V	V	V
		Informática Aplicada	Universidad de las Ciencias Informáticas		IA	03/02/14	25/03/14
		V	V	NA	V	I	I
		Informática Aplicada	Universidad de las Ciencias Informáticas		IA	444	4444
		V	V	NA	V	V	V
		Informática Aplicada	Universidad de las Ciencias Informáticas		IA	03/02/14	25/03/14
V	V	NA	V	V	V		

		<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		<i>IA</i>	<i>03/02/14</i>	<i>25/03/14</i>
		V	V	NA	V	V	V
		<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		<i>IA</i>	<i>03/02/14</i>	<i>25/03/14</i>
EC 1.4 Cancelar	Se cancela la	NA	NA	NA	NA	NA	NA

operación.	modificación de la inscripción de una maestría.						
EC 1.5 Asociar actividades correctamente.	Mediante este escenario se añaden actividades lectivas a la maestría satisfactoriamente.	V	V	NA	V	V	V
		<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		<i>IA</i>	<i>03/02/14</i>	<i>25/03/14</i>
EC 1.6 Asociar	Mediante este	V	V	NA	V	V	V

actividad ya existente.	escenario se añade una actividad lectiva a la maestría que ya fue asociada.	<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		IA	03/02/14	25/03/14
EC 1.7 Eliminar correctamente una actividad asociada.	Mediante este escenario se elimina satisfactoriamente una actividad lectiva asociada a la maestría.	V	V	NA	V	V	V
		<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		IA	03/02/14	25/03/14
EC 1.8 Asociar	Mediante este	V	V	NA	V	V	V

integrantes al comité académico correctamente.	escenario el usuario selecciona los integrantes del comité académico de la maestría de forma satisfactoria.	<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		IA	03/02/14	25/03/14
EC 1.9 Asociar un integrante ya existente.	Mediante este escenario el usuario selecciona un integrante del comité académico de la maestría que ya existe.	V	V	NA	V	V	V
		<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		IA	03/02/14	25/03/14
EC 1.10 Eliminar	Mediante este	V	V	NA	V	V	V

correctamente un integrante asociada.	escenario se elimina satisfactoriamente un integrante asociado a la maestría.	<i>Informática Aplicada</i>	<i>Universidad de las Ciencias Informáticas</i>		IA	03/02/14	25/03/14
---------------------------------------	---	-----------------------------	---	--	----	----------	----------

Tabla 27: Parte 1. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.

Variable 7 "Edición"	Variable 8 "Versión"	Variable 9 "Total de matrícula"	Variable 10 "Disponible"	Variable 11 "Actividades lectivas inscritas"	Variable 12 "Obligatoria"	Variable 13 "Programas"	Variable 14 "Créditos no lectivos"	Variable 15 "Periodicidad"
V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Semanal

V	I	I	V	I	I	I	V	I
1	vacío	vacío	Disponibile	No asociar actividades lectivas	vacío	No seleccionar un programa	Tesina Conferencia magistral	vacío

V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	I	V	V	V	V	V	V
1	v2	hg	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	I	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	No se asocian actividades	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V

1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	<i>Disponible</i>	<i>Arquitectura antigua de la meseta babilónica</i>	<i>Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica</i>	<i>Programa básico de las maestrías UCI</i>	<i>Tesina Conferencia magistral</i>	<i>Anual</i>
V	V	V	V	V	V	V	V	V

1	v2	34	Disponible	Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	-Arquitectura antigua de la meseta babilónica - Biomecánica básica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V

1	v2	34	Disponible	-Arquitectura antigua de la meseta babilónica - Biomecánica básica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	v2	34	Disponible	-Arquitectura antigua de la meseta babilónica - Biomecánica básica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
V	V	V	V	V	V	V	V	V

1	v2	34	Disponible	-Arquitectura antigua de la meseta babilónica - Biomecánica básica	Seleccionada: Arquitectura antigua de la meseta babilónica	Programa básico de las maestrías UCI	Tesina Conferencia magistral	Anual
---	----	----	------------	--	--	--------------------------------------	------------------------------	-------

Tabla 28: Parte 2. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.

Variable 16 "Área de influencia"	Variable 17 "País"	Variable 18 "Total de créditos"	Variable 19 "Tiempo completo"	Variable 20 "Tiempo parcial"	Variable 21 "Objetivo general"	Variable 22 "Objetivos específicos"	Variable 23 "Aprobado oficialmente"
NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	Cuba	75	3	1	Objetivo de la maestría		

NA	I	I	I	I	I	NA	V
	<i>Selecione</i>	<i>vacío</i>	<i>vacío</i>	<i>vacío</i>	<i>vacío</i>		<i>Seleccionar Aprobado oficialmente</i>

I	V	V	V	V	V	NA	NA
a	Cuba	75	3	1	Objetivo de la maestría		
I	V	V	V	V	V	NA	NA
%RTG	Cuba	75	3	1	Objetivo de la maestría		
NA	V	I	I	I	V	NA	NA
	Cuba	FGH	dfs	nj	Objetivo de la maestría		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	Cuba	75	3	1	Objetivo de la maestría		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	Cuba	75	3	1	Objetivo de la maestría		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA

	<i>Cuba</i>	<i>75</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	<i>Cuba</i>	<i>75</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	<i>Cuba</i>	<i>75</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA

	<i>Cuba</i>	<i>75</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	<i>Cuba</i>	<i>75</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA

	<i>Cuba</i>	75	3	1	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA
	<i>Cuba</i>	75	3	1	<i>Objetivo de la maestría</i>		
NA	V	V	V	V	V	NA	NA

	Cuba	75	3	1	Objetivo de la maestría		
--	------	----	---	---	-------------------------	--	--

Tabla 29: Parte 3. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.

Variable 24 "Claustro de la maestría"	Variable 25 "Coordinador"	Respuesta del sistema	Flujo central
V	V	El sistema actualiza el listado y muestra el mensaje "El elemento ha sido modificado satisfactoriamente".	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema "Postgrado". • El usuario selecciona el módulo "Actividad Postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú "Actividades". • El usuario selecciona la opción "Inscribir actividades" y dentro de esta selecciona la pestaña "Maestrías". • El usuario selecciona la opción "Modificar <nombre de la maestría>" en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina Sánchez</i>	Mónica Gueller Gueller		

			<p>inscripción de la maestría.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el primer paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Título de la maestría, Universidad rectora, Universidad colaboradora, Siglas de la maestría, Fecha de inicio, Fecha final, Edición, Versión, Disponible o no y Matrícula Total. El usuario presiona el botón "Siguiete". • En el segundo paso se seleccionan: Actividades lectivas de la maestría y se decide cuáles son obligatorias. El usuario presiona el botón "Siguiete". • En el tercer paso se selecciona el programa de la maestría y los créditos no lectivos. • En el cuarto paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Periodicidad, Área de influencia, País, Total de créditos, Tiempo completo, Tiempo parcial, Objetivo general, Objetivos específicos y Aprobado oficialmente. El usuario presiona el botón "Siguiete". • En el quinto paso se asocian los profesores del claustro de la maestría y se selecciona el coordinador. El usuario presiona el botón "Aceptar".
I	I	El sistema muestra un mensaje en rojo encima del campo indicando "Campo requerido".	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema "Postgrado". • El usuario selecciona el módulo "Actividad Postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú "Actividades". • El usuario selecciona la opción "Inscribir actividades" y dentro de esta selecciona la pestaña "Maestrías". • El usuario selecciona la opción "Modificar <nombre de la maestría>" en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario introduce los datos de una maestría dejando campos vacíos. • En el primer paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Título de la maestría, Universidad rectora, Universidad colaboradora, Siglas de la maestría, Fecha de inicio, Fecha final, Edición, Versión, Disponible o no y Matrícula Total. El usuario presiona el botón "Siguiete". • En el segundo paso se seleccionan: Actividades lectivas de la maestría y se decide cuáles son obligatorias. El usuario presiona el botón "Siguiete". • En el tercer paso se selecciona el programa de la maestría y los créditos no lectivos. • En el cuarto paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Periodicidad, Área de influencia, País, Total de créditos, Tiempo completo, Tiempo parcial, Objetivo general, Objetivos específicos y Aprobado oficialmente. El usuario presiona el botón "Siguiete". • En el quinto paso se asocian los profesores del claustro de la maestría y se selecciona el coordinador. El usuario presiona el botón "Aceptar".
<i>No seleccionar profesores</i>	<i>vacío</i>		

V	V	El sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje "Entre al menos 2 caracteres".	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema "Postgrado". • El usuario selecciona el módulo "Actividad Postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú "Actividades". • El usuario selecciona la opción "Inscribir actividades" y dentro de esta selecciona la pestaña "Maestrías". • El usuario selecciona la opción "Modificar <nombre de la maestría>" en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario introduce datos erróneos de una maestría en el sistema. • En el primer paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Título de la maestría, Universidad rectora, Universidad colaboradora, Siglas de la maestría, Fecha de inicio, Fecha final, Edición, Versión, Disponible o no y Matrícula Total. El usuario presiona el botón "Siguiente". • En el segundo paso se seleccionan: Actividades lectivas de la maestría y se decide cuáles son obligatorias. El usuario presiona el botón "Siguiente". • En el tercer paso se selecciona el programa de la maestría y los créditos no lectivos. • En el cuarto paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Periodicidad, Área de influencia, País, Total de créditos, Tiempo completo, Tiempo parcial, Objetivo general, Objetivos específicos y Aprobado oficialmente. El usuario presiona el botón "Siguiente". • En el quinto paso se asocian los profesores del claustro de la maestría y se selecciona el coordinador. El usuario presiona el botón "Aceptar".
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i>	Mónica Gueller Gueller		
V	V	El sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje "Entre solo letras, números, espacios, guiones, paréntesis, apóstrofe o guiones bajos".	
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i>	Mónica Gueller Gueller		
V	V	El sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje "Entre solo dígitos".	
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i>	Mónica Gueller Gueller		
V	V	El sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje "Entre una fecha válida".	
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i>	Mónica Gueller Gueller		
V	V	El sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje "Debe asociar al menos una actividad".	
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i>	Mónica Gueller Gueller		
I	V	El sistema muestra en rojo	

<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i>	Mónica Gueller Gueller	encima del campo un mensaje “El comité debe de estar integrado al menos por cinco personas”.	
V	I	<ul style="list-style-type: none"> • Si se seleccionan las personas asociadas el sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje “Debe seleccionar un coordinador”. • Si no se seleccionan las personas asociadas el sistema muestra en rojo encima del campo un mensaje “El coordinador debe ser miembro del claustro”. 	
<i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i>	• No se marca ningún profesor como coordinador.		
NA	NA	El sistema muestra un	• El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema

		mensaje “¿Está seguro de realizar la acción?” y no modifica la maestría.	<p>“Postgrado”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona el módulo “Actividad Postgraduada”. • El sistema muestra diferentes opciones del menú “Actividades”. • El usuario selecciona la opción “Inscribir actividades” y dentro de esta selecciona la pestaña “Maestrías”. • El usuario selecciona la opción “Modificar <nombre de la maestría>” en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario introduce los datos de una maestría en el sistema. • En el primer paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Título de la maestría, Universidad rectora, Universidad colaboradora, Siglas de la maestría, Fecha de inicio, Fecha final, Edición, Versión, Disponible o no y Matrícula Total. El usuario presiona el botón "Siguiente". • En el segundo paso se seleccionan: Actividades lectivas de la maestría y se decide cuáles son obligatorias. El usuario presiona el botón "Siguiente". • En el tercer paso se selecciona el programa de la maestría y los créditos no lectivos. • En el cuarto paso se muestran los datos a modificar por el usuario: Periodicidad, Área de influencia, País, Total de créditos, Tiempo completo, Tiempo parcial, Objetivo general, Objetivos específicos y Aprobado oficialmente. El usuario presiona el botón "Siguiente". • En el quinto paso se asocian los profesores del claustro de la maestría y se selecciona el coordinador. El usuario presiona el botón “Cancelar”.
V	V	El sistema actualiza el listado “Actividades lectivas de la maestría”.	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema “Postgrado”. • El usuario selecciona el módulo “Actividad Postgraduada”. • El sistema muestra diferentes opciones del menú “Actividades”. • El usuario selecciona la opción “Inscribir actividades” y dentro de esta selecciona la pestaña “Maestrías”. • El usuario selecciona la opción “Modificar <nombre de la maestría>” en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario llena los datos generales de la maestría y presiona el botón “Siguiente” y se muestra el listado de las actividades lectivas inscritas. • El usuario selecciona las actividades que desea asociar a la maestría y presiona el botón “Asociar”. • El sistema actualiza el listado "Actividades lectivas de la maestría".
V	V	El sistema muestra el	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema

<p><i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i></p>	<p>Mónica Gueller Gueller</p>	<p>mensaje "Uno o varios elementos ya han sido asociados".</p>	<p>"Postgrado".</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona el módulo "Actividad Postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú "Actividades". • El usuario selecciona la opción "Inscribir actividades" y dentro de esta selecciona la pestaña "Maestrías". • El usuario selecciona la opción "Modificar <nombre de la maestría>" en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario llena los datos generales de la maestría, presiona el botón "Siguiete" y se muestra el listado de las actividades lectivas inscritas. • El usuario selecciona una actividad ya asociada a la maestría y presiona el botón "Asociar". • El sistema muestra el mensaje "Uno o varios elementos ya han sido asociados".
<p>V</p>	<p>V</p>	<p>El sistema muestra el mensaje "El elemento ha sido eliminado satisfactoriamente".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema "Postgrado". • El usuario selecciona el módulo "Actividad Postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú "Actividades". • El usuario selecciona la opción "Inscribir actividades" y dentro de esta selecciona la pestaña "Maestrías". • El usuario selecciona la opción "Modificar <nombre de la maestría>" en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario llena los datos generales de la maestría, presiona el botón "Siguiete" y se muestra el listado de las actividades lectivas inscritas. • El usuario selecciona una actividad y presiona el botón "Asociar". • El usuario presiona la opción "Eliminar" en el área de íconos internos y elimina la actividad asociada a la maestría. • El sistema muestra el mensaje "El elemento ha sido eliminado satisfactoriamente".
<p><i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i></p>	<p>Mónica Gueller Gueller</p>	<p>El sistema actualiza el</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema
<p>V</p>	<p>V</p>	<p>El sistema actualiza el</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema

<p><i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez Ana María</i> <i>Sánchez González</i></p>	<p>Mónica Gueller Gueller</p>	<p>listado de integrantes del claustro de la maestría.</p>	<p>“Postgrado”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona el módulo “Actividad Postgraduada”. • El sistema muestra diferentes opciones del menú “Actividades”. • El usuario selecciona la opción “Inscribir actividades” y dentro de esta selecciona la pestaña “Maestrías”. • El usuario selecciona la opción “Modificar <nombre de la maestría>” en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario llena los datos de la maestría, presiona el botón “Siguiente” hasta llegar al paso 5 “Asociar profesor”. • El sistema muestra el listado de profesores asociados a la maestría. • El usuario selecciona nuevos profesores del listado “Personas inscritas” y presiona el botón “Asociar”. • El sistema actualiza el listado de integrantes del claustro de la maestría.
<p>V</p>	<p>V</p>	<p>El sistema muestra el mensaje “Uno o varios elementos ya han sido asociados”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema “Postgrado”. • El usuario selecciona el módulo “Actividad Postgraduada”. • El sistema muestra diferentes opciones del menú “Actividades”. • El usuario selecciona la opción “Inscribir actividades” y dentro de esta selecciona la pestaña “Maestrías”. • El usuario selecciona la opción “Modificar <nombre de la maestría>” en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario llena los datos de la maestría, presiona el botón “Siguiente” hasta llegar al paso 5 “Asociar profesor”. • El usuario selecciona un profesor ya asociado a la maestría y presiona el botón “Asociar”. • El sistema muestra el mensaje “Uno o varios elementos ya han sido asociados”.
<p><i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez Ana María</i> <i>Sánchez González</i></p>	<p>Mónica Gueller Gueller</p>	<p>El sistema muestra el</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema
<p>V</p>	<p>V</p>	<p>El sistema muestra el</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario una vez autenticado en el sistema selecciona el sistema

<p><i>Kilmeny Acuña Crespo</i> <i>Mónica Gueller Gueller</i> <i>Pedro José Pérez José</i> <i>Enrique Messana</i> <i>Yadra Josefina</i> <i>Sánchez</i></p>	<p>Mónica Gueller Gueller</p>	<p>mensaje "El elemento ha sido eliminado satisfactoriamente".</p>	<p>"Postgrado".</p> <ul style="list-style-type: none"> • El usuario selecciona el módulo "Actividad Postgraduada". • El sistema muestra diferentes opciones del menú "Actividades". • El usuario selecciona la opción "Inscribir actividades" y dentro de esta selecciona la pestaña "Maestrías". • El usuario selecciona la opción "Modificar <nombre de la maestría>" en el área de íconos internos y el sistema muestra la interfaz para modificar la inscripción de la maestría. • El usuario llena los datos de la maestría, presiona el botón "Siguiente" hasta llegar al paso 5 "Asociar profesor". • El usuario selecciona los profesores y presiona el botón "Asociar". • El usuario presiona la opción "Eliminar a <nombre de la persona>" en el área de íconos internos y elimina el profesor asociado a la maestría. • El sistema muestra el mensaje "El elemento ha sido eliminado satisfactoriamente".
--	-------------------------------	--	--

Tabla 30: Parte 4. Diseño de caso de prueba Modificar inscripción de maestría.

Anexo 8: Resultados de pruebas del sistema (rendimiento)

Escribir todos los datos a Archivo

Nombre de archivo Log/Display Only: Escribir en Log Sólo Errores Successes

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/sgu/base/tesi...	100	800	551	1595	411	4174	0,00%	1,9/sec	1,0
TOTAL	100	800	551	1595	411	4174	0,00%	1,9/sec	1,0

Figura 19: Crear grupo de certificación con 100 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.

Escribir todos los datos a Archivo

Nombre de archivo Log/Display Only: Escribir en Log Sólo Errores Successes

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/sgu/base/tesi...	500	1140	479	3387	384	8809	0,00%	1,0/sec	,5
TOTAL	500	1140	479	3387	384	8809	0,00%	1,0/sec	,5

Figura 20: Crear grupo de certificación con 500 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.

Escribir todos los datos a Archivo

Nombre de archivo Log/Display Only: Escribir en Log Sólo Errores Successes

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/sgu/base/tesi...	1000	1219	509	3488	373	9577	0,00%	1,7/sec	,8
TOTAL	1000	1219	509	3488	373	9577	0,00%	1,7/sec	,8

Figura 21: Crear grupo de certificación con 1000 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.

Escribir todos los datos a Archivo

Nombre de archivo Log/Display Only: Escribir en Log Sólo Errores Successes

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/sgu/base/actividad_...	100	935	820	1061	582	3493	0,00%	2,0/sec	1,0
TOTAL	100	935	820	1061	582	3493	0,00%	2,0/sec	1,0

Figura 22: Crear inscripción de maestría con 100 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.

Escribir todos los datos a Archivo

Nombre de archivo Navegar... Log/Display Only: Escribir en Log Sólo Errores Successes

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/sgu/base/activ...	500	1331	748	3524	555	8626	0,00%	1,2/sec	,6
TOTAL	500	1331	748	3524	555	8626	0,00%	1,2/sec	,6

Figura 23: Crear inscripción de maestría con 500 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.

Escribir todos los datos a Archivo

Nombre de archivo Navegar... Log/Display Only: Escribir en Log Sólo Errores Successes

Label	# Muestras	Media	Mediana	Linea de 90%	Mín	Máx	% Error	Rendimiento	Kb/sec
/sgu/base/activ...	1000	1583	771	4161	573	12561	0,00%	1,5/sec	,7
TOTAL	1000	1583	771	4161	573	12561	0,00%	1,5/sec	,7

Figura 24: Crear inscripción de maestría con 1000 usuario o muestra haciendo petición de manera concurrente.