

---

**CIS1630AP04**  
AREPAsoft(ABET Report and Analysis)

Andrés Felipe Ramírez Bonilla

Erika Martínez Jaramillo

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ, D.C.  
2017

CIS1630AP04  
Aplicación web de apoyo en el proceso de acreditación ABET

**Autores:**

Andrés Felipe Ramírez Bonilla  
Erika Martínez Jaramillo

MEMORIA DEL TRABAJO DE GRADO REALIZADO PARA CUMPLIR UNO  
DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO DE  
SISTEMAS

**Director**

Ing. Jaime Andrés Pavlich Mariscal. PhD

**Jurados del Trabajo de Grado**

Ing. Anabel Montero

Ing. Germán Chavarro

**Página web del Trabajo de Grado**

<http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1630AP04>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BOGOTÁ, D.C.

Junio 2016

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**Rector Magnífico**

Jorge Humberto Peláez Piedrahita, S.J.

**Decano Académico Facultad de Ingeniería**

Ingeniero Jorge Luis Sánchez Téllez

**Director de la Carrera de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniera Mariela J. Curiel

**Director Departamento de Ingeniería de Sistemas**

Ingeniero Efraín Ortiz Pabón

**Artículo 23 de la Resolución No. 1 de Junio de 1946**

*“La Universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vean en ellos el anhelo de buscar la verdad y la Justicia”*

## **AGRADECIMIENTOS**

El presente trabajo de grado fue dirigido por el ingeniero Jaime Andrés Pavlich, a quien nos gustaría expresar nuestro profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de esta tesis y el desarrollo de AREPAsoft. De igual forma le agradecemos por la paciencia, el tiempo y dedicación que brindó durante todo el proceso.

Para la realización de AREPAsoft fueron claves los conocimientos brindados por parte de los Ingenieros Mariela Curiel y Germán Chavarro sobre el proceso de acreditación con ABET. Gracias a ellos se pudieron plantear los requerimientos de la aplicación y validar los incrementos en el prototipo a medida que avanzaba la tesis. Asimismo, agradecemos a aquellos profesores que dedicaron tiempo para realizar encuestas, entrevistas, validaciones y resolver inquietudes que se presentaron a lo largo de la implementación de AREPAsoft.

Finalmente, queremos agradecer a nuestras familias por todo el apoyo, dedicación y esfuerzo que hicieron para poder brindarnos la mejor educación y acompañarnos en el proceso de culminar nuestra carrera profesional.

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>6</b>
<b>FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>TABLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>I - INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>II - DESCRIPCION GENERAL</b> .....	<b>12</b>
1. OPORTUNIDAD, PROBLEMÁTICA, ANTECEDENTES .....	12
1.1. <i>Formulación del problema</i> .....	13
1.2. <i>Justificación del problema</i> .....	13
1.3. <i>Impacto Esperado</i> .....	14
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	15
2.1. <i>Objetivo general</i> .....	15
2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	15
3. METODOLOGÍA .....	15
3.1. <i>Fase Metodológica 1 Concepción</i> .....	16
3.2. <i>Fase Metodológica 2 Construcción</i> .....	19
3.3. <i>Fase Metodológica 3 Documentación</i> .....	21
<b>III – MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
1. MARCO CONTEXTUAL.....	23
<b>V – DISEÑO</b> .....	<b>28</b>
1. APLICACIÓN AREPASOFT .....	28
2. ALCANCE.....	28
2.1. <i>Seguridad</i> .....	28
2.2. <i>Reportes</i> .....	29
2.3. <i>Gestión</i> .....	30
2.4. <i>Escalabilidad</i> .....	30
3. CASOS DE USO .....	30
3.1. <i>Casos de Uso Priorizados e implementados</i> .....	34

4.	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	36
5.	DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.....	37
6.	PATRONES DE DISEÑO.....	37
7.	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN .....	39
7.1.	<i>Navegación de las vistas</i> .....	45
8.	RESULTADOS .....	50
8.1.	<i>Usuario</i> .....	51
8.2.	<i>Profesor</i> .....	52
8.3.	<i>Administrador</i> .....	52
8.4.	<i>Validación con usuarios</i> .....	52
<b>VI – CONCLUSIONES .....</b>		<b>53</b>
<b>VII– TRABAJO FUTURO.....</b>		<b>54</b>
<b>XII- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>55</b>
<b>XIII – ANEXOS.....</b>		<b>57</b>

**FIGURAS**

Figura 1 Casos de Uso AREPAsoft .....	30
Figura 2 Diagrama de Componentes del Sistema .....	36
Figura 3 Diagrama de despliegue .....	37
Figura 4 Patrón MVC.....	38
Figura 5 Patrón Composite .....	39
Figura 6 Resumen de funciones implementadas.....	41
Figura 7 Ingreso al sistema .....	42
Figura 8 Vista de Cursos Activos .....	43
Figura 9 Vistas de Cursos .....	44
Figura 10 Vista de Administrador.....	45
Figura 11 Navegación de las Vistas.....	46
Figura 12 Navegación de las vistas para ingresar a la aplicación .....	47
Figura 13 Navegación Vistas de Administrador .....	47
Figura 14 Navegación Vistas de Profesor.....	48

## TABLAS

Tabla 1 Encuestas a profesores .....	18
Tabla 2 Encuestas a profesores- Otras Actividades .....	18
Tabla 3 Tabla de Ranking QS[10] .....	24
Tabla 4 Tabla de trabajos en el área.....	26
Tabla 5 Funcionalidades AREPAsoft .....	27
Tabla 6 Roles dentro de la plataforma .....	29
Tabla 7 Casos de Uso del sistema.....	33
Tabla 8 Priorización casos de Uso .....	35
Tabla 9 Trazabilidad de las Vistas con los Casos de Uso .....	49
Tabla 10 Validación .....	51
Tabla 11 Validación resultados para profesores .....	59
Tabla 12 Validación de resultados para Administrador .....	60

**ABSTRACT**

Nowadays Universities worldwide look to acquire an international accreditation such as ABET. Having ABET Accreditation means that the program meets international quality standards. To obtain this accreditation, new processes are established and old ones must be adapted to ABET standards. In consequence, teachers need to perform manual activities in addition to their normal work. Some of these activities can be automated to prevent errors. For this reason, we decided to develop AREPAsoft, an application that allows to analyze the data automatically so, it can complement the process that is carried out in the accreditation.

**RESUMEN**

Hoy en día las universidades buscan adquirir certificaciones como ABET, las cuales demuestran que sus carreras cumplen con los estándares internacionales de calidad. Con el fin de obtener la acreditación nuevos procesos son requeridos y los procesos existentes deben adaptarse a los estándares de ABET. Debido a esto los profesores deben realizar actividades de manera manual en adición a su trabajo normal. Algunas de estas actividades pueden ser automatizadas para evitar que se cometan errores. Por esta razón se decidió desarrollar AREPAsoft, una aplicación que permite analizar los datos de manera automática y así, complementar el proceso que se lleva a cabo en la acreditación.

## I - INTRODUCCIÓN

Hoy en día las universidades buscan que sus programas estén acreditados tanto nacional como internacionalmente, debido a esto no es extraño que la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) este llevando a cabo el proceso de acreditación de sus programas de ingeniería con ABET[1]. A lo largo de este proceso el Departamento de Ingeniería de Sistemas ha querido estandarizar los procesos necesarios para lograr la acreditación, pero se han presentado errores y variedad de rúbricas de evaluación que han dificultado el proceso. De este modo, se hace necesaria una herramienta hecha a la medida que apoye el proceso de acreditación y permita estandarizar los reportes e información que exige ABET para acreditar un programa.

Para seguir los estándares exigidos por ABET[2], los directivos de la facultad de Ingeniería de Sistemas han creado un proceso por medio de reportes y rúbricas en OneDrive, sin embargo, este proceso presenta varias fallas en cuanto a la eficiencia con la que se pueden generar los reportes y el esfuerzo que deben hacer los profesores a la hora de medir los resultados de las evaluaciones.

AREPAsoft es una aplicación web hecha a la medida cuyo objetivo principal es apoyar el proceso de acreditación del departamento de Ingeniería de Sistemas y lograr que la generación de reportes y análisis de los mismos pueda ser llevada a cabo dentro de una plataforma de manera automática.

Dada la complejidad de los criterios de evaluación utilizados por los distintos profesores del departamento y la variedad de rúbricas existentes en el proceso, AREPAsoft busca estandarizar la creación de herramientas de evaluación (assessment tools) e indicadores de rendimiento (performance indicators) que son necesarios a la hora de presentar las pruebas académicas ante los representantes de ABET.

## II - DESCRIPCIÓN GENERAL

En esta sección se describe la oportunidad, problemática y antecedentes del presente trabajo de grado. Adicionalmente, se describe la metodología de trabajo utilizada para proponer la solución del problema.

### 1. Oportunidad, Problemática, Antecedentes

Las universidades hoy en día tienen la responsabilidad de formar personas y por medio de la educación, luchar contra la desigualdad en el entorno en el que se encuentra. En el proceso de obtener una acreditación se siguen estándares que ayudan a asegurar que la carrera que se ofrece es de calidad. En consecuencia, las personas que están eligiendo una carrera pueden estar seguras que cumple con las necesidades actuales a nivel nacional, regional, continental y mundial que se esperan de dicha profesión (Anexo 1. Reunión con los ingenieros Mariela y German 2016.).[3]

ABET es una organización de acreditación internacional no gubernamental, para programas académicos en áreas de la ciencia, la computación, la ingeniería y la tecnología[1]. Si bien esta no es la única acreditación que certifica a un programa como de alta calidad, es la que decidió adoptar el departamento de ingeniería de sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana. Esta acreditación es reconocida por el CHEA (Council for Higher Education Accreditation) como una organización de acreditación de alta calidad [4], [5] (Anexo 1. Reunión con los ingenieros Mariela y German 2016. y Anexo 2. Reunión con German Chavarro 2016.). Para obtener esta acreditación, es necesario acreditarse primero a nivel nacional. La acreditación que tiene actualmente esta carrera es el CNA. Esta acreditación significa que el Estado reconoce la calidad del programa académico de educación superior. [6][7]

La acreditación es atractiva para los estudiantes debido a que certifica la alta calidad del programa y ofrece beneficios adicionales como la convalidación de los estudios en Estados Unidos y garantiza que cumple los estándares de calidad establecidos para la profesión, como se enuncia en el documento de acreditación para el periodo 2017-2018[7], [8][9].

En septiembre del 2016 se tuvo la visita de unos representantes de ABET. Se espera que los estudiantes que se gradúen en un futuro cercano puedan tener en sus diplomas el símbolo de ABET y por ende puedan disfrutar de los beneficios mencionados anteriormente.

ABET tiene definidos unos criterios para la acreditación de un programa de ingeniería. El tercer criterio que define ABET y que tiene en cuenta el departamento de Ingeniería de Sistemas de la PUJ es resultados de aprendizaje (student outcomes), el resultado de

aprendizaje describe lo que se espera que un estudiante sepa y pueda hacer cuando se gradué, con el fin de evaluar los resultados de aprendizaje se requiere identificar los objetivos educativos del programa, para recolectar la evidencia académica y evaluarla [9], todo esto debe ser debidamente documentado, especificado y acotado para su posterior revisión por parte de los representantes de ABET[1]. Para verificar el cumplimiento de estos ítems frente a los representantes de ABET se requiere de la siguiente información [5], [8]:

- Elementos de cada curso del programa que aporta a cada uno de los resultados de aprendizaje (**Student Outcomes**) de ABET[1], [7], [8].
- Rúbricas de calificación de los elementos[7].
- Documentos de prueba de cada elemento en cada una de las tres clasificaciones (bueno, regular, malo) [7].
- Informes históricos por curso, por resultados de aprendizaje (Student Outcomes), y por elemento para cada semestre y estadísticas comparativas entre ellos [7].

Actualmente el Departamento de Ingeniería de Sistemas, realiza la mayoría del proceso de verificación de la calidad de manera manual, lo cual exige mucho tiempo y esfuerzo por parte de los profesores del programa. Por ejemplo, cada uno de los profesores del Departamento utiliza una rúbrica de calificación distinta para cada elemento del curso, lo cual hace que la consolidación de los datos dependa de las rúbricas y no tenga una metodología estándar de evaluación [7].

Debido a que la acreditación se está llevando a cabo a través de un proceso manual existe el riesgo constante de presentar inconsistencias y problemas de calidad en los datos.

Basada en esta necesidad nace la idea de crear una aplicación web que apoye el proceso de aseguramiento de la calidad y la acreditación ABET en el Departamento de Ingeniería de Sistemas. La motivación principal es apoyar a los profesores en la formación de excelentes ingenieros.

### **1.1. Formulación del problema**

¿Cómo apoyar a los profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas en el proceso de aseguramiento de calidad durante la acreditación ABET?

### **1.2. Justificación del problema**

Actualmente el Departamento de Sistemas lleva a cabo el proceso de acreditación ABET y debido a las variaciones que cada profesor introduce en las rúbricas de sus cursos el proceso de consolidación se hace dispendioso. Por lo tanto, se hace necesario

estandarizar el proceso de documentación y generación de informes para la acreditación y aseguramiento de la calidad[8].

Algunos profesores se apoyan en herramientas como Excel, sin embargo, varios procedimientos se hacen manualmente. Por ejemplo, determinar el número de estudiantes dentro de un rango de notas o realizar los informes sobre el desempeño que tuvo un curso en específico. Debido a esto se hace urgente la implementación de una herramienta de apoyo en el proceso de documentación, informes y trazabilidad de los resultados de aprendizaje (Student Outcomes) de ABET para la acreditación [1], [5], [8], [9].

Actualmente no hay una aplicación que solvete estas necesidades dentro del Departamento de Ingeniería de Sistemas; en consecuencia, esta tesis estará enfocada en suplir dicha necesidad mediante la implementación de una herramienta que llevará el nombre de AREPAsoft (ABET Report and Analysis software). Dicha herramienta debe apoyar el proceso de aseguramiento de la calidad disminuyendo el esfuerzo de los profesores a la hora de presentar los informes y documentación [8].

Con el fin de que la herramienta puede ser utilizada desde cualquiera de los computadores de la facultad de ingeniería o incluso desde dispositivos móviles los requerimientos de hardware deben ser mínimos. Una de las formas de cumplir con esto es por medio de una aplicación web, ya que solo requiere de un navegador y conexión a internet. De esta manera, se asegura que se brinda una facilidad al usuario a la hora de acceder a la aplicación y se cumple con los requerimientos del cliente [5].

La solución es una aplicación web que usarán los profesores del Departamento y con el fin de minimizar e incluso evitar generen inconsistencias, la aplicación brindará herramientas para validar, controlar, editar y eliminar la información de los cursos además de apoyar la generación de los informes. De esta manera se podrá llegar a los resultados deseados y validar la calidad del programa de Ingeniería de Sistemas de la PUJ.

### 1.3. Impacto Esperado

Hoy en día las universidades que han obtenido la acreditación de ABET en Colombia, no tienen un sistema de código abierto con las características que presenta AREPAsoft. Dichas características son explicadas en el marco teórico y contrastadas con las que existe hoy en día.

Por tal motivo, se espera que esta aplicación sea útil para asegurar la calidad de un programa, apoyando los procesos que sugiere ABET.

- **Corto plazo:** A corto plazo se espera los profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas conozcan la aplicación y comiencen a utilizarla. Para

facilitar la aceptación se espera que se pueda crear una conexión directa con el sistema de peoplesoft con el fin de tener acceso a los datos actualizados de manera continua. Conexión que no se realizó en este proyecto por falta de permisos y los requerimientos de seguridad que están establecidos en la Javeriana

- **Mediano Plazo:** A mediano plazo se espera que el departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana utilice la aplicación.
- **Largo Plazo:** A largo plazo se espera que se amplíen las funcionalidades del sistema dependiendo de las nuevas necesidades que surjan y para generar mayores análisis a partir de los datos. Por otra parte, se espera que otros departamentos de ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana y otras universidades se interesen y adopten AREPAssoft.

## 2. Descripción del Proyecto

Esta sección presenta la descripción general del proyecto, teniendo en cuenta los objetivos, alcance y metodologías que fueron formuladas al comienzo.

### 2.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación web para apoyar a los profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas en el proceso de aseguramiento de la calidad del programa y verificación del criterio tres en la acreditación ABET.

### 2.2. Objetivos específicos

- Realizar el proceso de Ingeniería de Requerimientos de la aplicación web.
- Diseñar la aplicación web.
- Implementar la aplicación web basada en el diseño previamente realizado.
- Realizar la documentación del proceso de desarrollo de la aplicación web y manuales de la misma.
- Validar la aplicación web a través de pruebas de aceptación.

## 3. Metodología

Para la ejecución y desarrollo de este proyecto, se usó el framework Disciplined Agile Delivery (DAD)[10], [11] Este framework se basa en los principios ágiles y surge para sacarle provecho a las metodologías existentes tales como son Scrum, Xp, Kanban, Lean y DevOps [10]. Debido a esto, DAD combina práctica de las metodologías

anteriormente mencionadas para brindar un nuevo esquema en desarrollo de aplicaciones ágil.

Adaptándonos a este framework, se definieron las siguientes tres fases a seguir:

- Fase Metodológica 1 (Concepción)
- Fase Metodológica 2 (Construcción)
- Fase Metodológica 3 (Documentación)

La fase de concepción está alineada con el objetivo específico número 1 de la sección 2.2. La segunda fase, fase de construcción está alineada con los objetivos específicos 2 y 3 de la sección 2.2 La tercera y última fase, fase de documentación está alineada con el objetivo específico número 4 de la sección 2.2.

### **3.1. Fase Metodológica 1 Concepción**

La primera fase consistió en el levantamiento de información con dos enfoques; Un enfoque cuantitativo que determina la cantidad de profesores del Departamento de Sistemas que utilizan un periodo de tiempo para realizar una actividad. De allí se obtiene el tiempo utilizado por la mayoría de profesores en cada actividad y se concluye que actividades son más dispendiosas utilizando la duración como criterio. De estas encuestas también se obtiene el número de profesores que consideraban que las características propuestas de la aplicación eran necesarias. El enfoque cualitativo busca entender los aspectos o hábitos de los profesores al diligenciar esta documentación y que son cruciales para definir los requerimientos de la aplicación web.

#### **3.1.1. Método**

Para llevar a cabo el enfoque cuantitativo se realizó una encuesta a los profesores del Departamento, con dichos resultados se realizó una interpretación de las problemáticas que se presentan en el proceso de acreditación ABET. Por medio de esta encuesta se determinó el tiempo que les toma diligenciar la información de ABET.

En el enfoque cualitativo se utilizó Requirements Workshop [12] que consistió en reuniones grupales que involucran a los Stakeholders. Estas reuniones fueron el punto de partida para la especificación de requerimientos y el documento (SRS).

#### **3.1.2. Actividades**

- Cuantitativas:
- Encuestas a los profesores
- Cualitativas:

- Entrevistas
- Requirements Workshop
- Elaboración del documento SRS

### 3.1.3. Desarrollo de la Fase Metodológica 1. Concepción

A lo largo de esta fase se realizó el estudio del estado del arte y la recopilación de información necesaria para plantear qué características debería tener la aplicación web AREPAsoft. Así mismo, se obtuvo información sobre las expectativas de los profesores y el cliente respecto a la aplicación.

#### Herramientas de tecnología existentes

En primera instancia, se enviaron cartas a la Universidad de los Andes, la Universidad de EAN y la universidad del Norte para saber que herramientas usaban para apoyar el aseguramiento de la calidad y los procesos de ABET. Como segunda medida, se buscó información en las bases de datos ofrecidas por la Pontificia Universidad Javeriana para buscar los trabajos relacionados.

En la sección de marco contextual, se puede encontrar información al respecto de esta investigación. Adicionalmente se encuentra una comparación de las características de AREPAsoft respecto a las aplicaciones encontradas. A partir de esta investigación nace la idea de crear una aplicación web hecha a la medida que supla dichas falencias.

En un paso final se hicieron reuniones con los clientes, entrevistas con dos coordinadores resultados de aprendizaje (Student Outcomes); Andrea Rueda; Javier López y una encuesta con los profesores. Las encuestas se utilizaron como fuente de información para conocer el tiempo que se demoraba cada profesor en una tarea relacionada con el proceso de ABET y su opinión sobre las características que debía tener AREPAsoft. Las entrevistas se usaron para conocer los hábitos e ideas de dos personas que están altamente involucradas, ya que son profesores directores de resultado y jefes de sección. Las reuniones se usaron para conocer lo que el cliente deseaba de la aplicación y validar que los requerimientos eran efectivamente los deseados.

La siguiente tabla muestra un análisis de lo que se encontró en las encuestas sobre las actividades y el respectivo tiempo que le toma al mayor porcentaje de los profesores encuestados. Esto se consideró para crear la aplicación.

Actividad	El mayor porcentaje de profesores se demora:	Porcentaje	
crear una rúbrica de clasificación de la herramienta de medición	más de 1 hora y media	46.2	

establecer la herramienta de medición que aportan a los resultados de ABET	menos de 30 minutos	30.8	
calcular notas	menos de 30 minutos	30.8	
copiar o digitar las notas en la rúbrica de calificación	menos de 30 minutos	46.2	
clasificar los resultados entre las categorías de rendimiento definidas (ejemplar, competente)	menos de 30 minutos	46.2	
recolectar evidencias académicas de los estudiantes para el reporte de resultado de estudiantes	entre 30 a 45 minutos	38.5	
Adaptar su rúbrica de calificación con la utilizada en el proceso de acreditación	entre 1 hora a 1 hora y media	30.8	
realizar el reporte de resultado de estudiantes de un curso	entre 1 hora a 1 hora y media	30.8	
Entregar y explicar los resultados al coordinador de resultado	menos de 30 minutos	38.5	
subir notas al sistema siu	menos de 30 minutos	38.5	

**Tabla 1 Encuestas a profesores**

otras actividades		
reunión con los profesores de cada asignatura que reportan a los resultados	2 horas	
coordinación de resultados	1 hora	
traducción a idioma inglés de los reportes	2 horas y media	

**Tabla 2 Encuestas a profesores- Otras Actividades**

Donde verde es la tarea que menos tiempo requiere y el rojo el que más tiempo requiere.

Para finalizar esta fase se desarrolló el SRS. Más importante aún, se concluyó que no hay una aplicación de software libre que pueda ser utilizado por el departamento de Ingeniería de Sistemas para asegurar la calidad y apoyar los procesos de la acreditación de ABET. Por lo tanto, es necesario crear una aplicación a la medida.

### 3.1.4. Resultados obtenidos

- Primera versión del Marco teórico
- Resultados de las encuestas
- Para el enfoque cualitativo:
  - Transcripción de los audios de las reuniones grupales (Requirements Workshop)
  - Documento SRS

## **3.2. Fase Metodológica 2 Construcción**

La segunda fase metodológica consistió en realizar y validar el diseño de la aplicación web, además de la construcción de un prototipo funcional. Para documentar el proceso de diseño se realizó un documento SDD.

### **3.2.1. Método**

El modelo utilizado en esta fase es iterativo e incremental. Para esta fase, es de gran importancia el documento SRS generado en la fase de iniciación, el cual contiene la especificación de los requerimientos para la aplicación web, el cual es utilizado para seguir la prioridad de los requerimientos con el fin de cumplir con el alcance y realizar mejoras incrementales al prototipo funcional. Tras culminar la iteración se debe poder verificar el cumplimiento de los requerimientos previamente priorizados.

En cada iteración que se implementa en el prototipo se realiza la documentación y actualización en el SDD.

### **3.2.2. Actividades**

Iteración

- Hacer el diseño.
- Reuniones con los clientes para validar el diseño.
- Actualizar los requerimientos.
- Priorizar los requerimientos.
- Implementar los requerimientos más prioritarios.
- Validación del sistema

Elaboración y actualización del SDD.

Elaboración y actualización del documento de reporte de pruebas.

### **3.2.3. Desarrollo de la fase Metodológica 2. Construcción**

En la fase de construcción se debe considerar primero el entorno que se utilizó para el desarrollo de la aplicación. Inicialmente se decidió usar:

- El framework de Laravel
- Php
- Ubuntu 16.04
- Servidor de Apache2
- Base de datos SQL

Posteriormente se decidió cambiar a:

- El framework de Symfony
- Php
- Ubuntu 16.04
- Servidor de Apache2
- Base de datos SQL
- Virtual Box

El cambio de framework se hace basado en lo siguiente:

- Symfony se considera más maduro ya que ha estado en el mercado por un periodo de tiempo superior y la documentación encontrada es más extensa y detallada
- Ofrece una amplia variedad de módulos reutilizables, por ejemplo, el módulo de autorización, autenticación y administración de usuarios que fueron utilizados con mínimas adaptaciones
- El equipo de desarrollo está familiarizado con Symfony reduciendo la curva de aprendizaje e incrementando la productividad
- Symfony es un framework mucho más estructurado y tiene definidas políticas estándar para que el código sea escalable y mantenible.
- Symfony tiene un plan de migración a largo plazo, es decir que tiene planeados sus lanzamientos de nuevas actualizaciones y versiones para los siguientes 6 años, así que hay menos probabilidad de que surjan problemas de incompatibilidad a lo largo del tiempo.

Una vez se definió el entorno para implementar la aplicación, se tomaron los archivos obtenidos en la fase anterior, es importante mencionar que algunos de los archivos esenciales para la implantación presentaron desafíos durante su adquisición incrementando sustancialmente los tiempos de espera.

Estos archivos están relacionados con los datos que tiene el departamento de Ingeniería de Sistemas sobre las facultades, los cursos, las clases, los estudiantes, y los profesores, los cuales son datos sensibles.

Ahora si bien lo anterior se refiere a la parte técnica, hay que considerar el diseño de la aplicación. En la parte del diseño se puede decir que hubo dos diseños. Se hizo un diseño inicial, sobre el cual se implementó la primera versión del sistema. Sin embargo, durante el proceso de implementación se encontró que el diseño no modela adecuadamente las notas, la rúbrica de calificación y los roles que tiene un usuario en el sistema. De continuar con el diseño inicial el mantenimiento del sistema se tornaría complejo. Por ello se realizó un segundo diseño reutilizando el código realizado anteriormente, adaptándolo al nuevo diagrama de clases. Para realizar este segundo diseño, se incluyó el patrón observador. En la sección de diseño se explican más detalles acerca de dicho patrón y como se utilizó.

Para que el desarrollo tenga validez, se hicieron verificaciones a lo largo del desarrollo a medida que se implementaban funcionalidades con Mariela Curiel, Ángela Carrillo,

Jaime Pavlich y German Chavarro. Por otra parte, para la validación final se realizó una sesión con German Chavarro y Mariela Curiel en la que se le daba una breve explicación del sistema y se les daba un espacio de tiempo para que probaran la aplicación. Posterior a ello, se les envió una encuesta para evaluar la percepción que tuvieron de la aplicación y poder validar ARepA soft.

### **3.2.4. Resultados Obtenidos**

- Documento SDD.
- **Prototipo funcional:** Los módulos implementados se pueden ver en la sección de Desarrollo de la solución y los casos de uso implementados se mencionan en la sección de desarrollo de la solución.
- Código fuente de la aplicación web.
- Documento de reporte de pruebas.
- Código fuente de la aplicación web.

### **3.3. Fase Metodológica 3 Documentación**

La cuarta y última fase consistió en crear y complementar los documentos necesarios para el trabajo de grado. Los documentos son importantes debido a que son el medio por el cual se puede comprender el proyecto y el prototipo que se está realizando.

#### **3.3.1. Método**

Para llevar a cabo esta fase de documentación se hicieron revisiones de los entregables y documentos realizados anteriormente, además de realizar los documentos faltantes como los son los manuales y la documentación del código fuente.

#### **3.3.2. Actividades**

- Verificación de documentos usando una plantilla
- Completar documentos realizados en las demás fases metodológicas.
- Creación de manuales de usuario y de instalación
- Documentación del código fuente.

#### **3.3.3. Desarrollo de la fase metodológica 4. Documentación**

En la fase de documentación se toman los documentos que se empezaron a realizar en las primeras fases se revisan y actualizan. En adición se crean nuevos documentos requeridos para completar la tesis, la lista de documentos completados se encuentra en la sección 3.3.4 Resultados Obtenidos.

### 3.3.4. Resultados Obtenidos

- Resultados de las encuestas y entrevistas: Se realizó una encuesta a todos los profesores y unas entrevistas a los clientes German Chavarro y Mariela Curiel
- Documento SRS: Entregable donde se especifican los requerimientos del sistema ARepA soft .
- Documento SDD: Entregable donde se especifica la arquitectura del sistema ARepA soft
- Prototipo Funcional: Entregable del prototipo funcional de la aplicación web.
- Código fuente de la aplicación web y documentación del código.
- Documento del Reporte de Pruebas: Documento en el que se describe la definición de las pruebas y sus resultados.
- Manual de usuario: Documento donde se explica el funcionamiento de los menús e interacciones por parte del usuario de la aplicación web.
- Manual de instalación: Documento donde se explica el proceso de instalación de la aplicación web.
- Memoria del trabajo de grado: Entregable que definirá el proceso, los resultados y las conclusiones del trabajo de grado a lo largo del semestre.

## III – MARCO TEÓRICO

En esta sección se explican los conceptos fundamentales para comprender el trabajo desarrollado.

### 1. Marco Contextual

En la actualidad, hay muchas universidades que han buscado el aseguramiento de la calidad a través de una acreditación. Una de estas acreditaciones es ABET. Para facilitar el proceso de adquirir esta acreditación y/o la continuidad de esta, se han creado diversas aplicaciones.

En la publicación “An advanced assessment tool and process” del 2010 se menciona que se creó una herramienta para determinar el grado en que un estudiante cumplía con los objetivos de aprendizaje. De igual manera mide qué tanto cumple con los objetivos del curso y el programa de la carrera de Ciencia de la Computación. Esta herramienta surgió para poder apoyar uno de los dos procesos principales que define ABET que se debe seguir para llegar a hacer mejoras continuas al programa, el proceso de evaluación. Este proceso representa una gran carga en el proceso, y consiste en hacer una recolección de datos que posteriormente son analizados, en gran parte usa macros de Excel [9], [13] (Anexo 1. Reunión con los ingenieros Mariela y German 2016.).

En el 2012 “Selective and objective assessment calculation and automation,” in Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference on - ACM-SE“ se hizo un trabajo en el que se tomó el proceso de FCAR (faculty course assessment report) que evalúa los cursos y los resultados de aprendizaje (Student Outcomes) del programa para prepararse para la acreditación ABET, donde los resultados de aprendizaje (Student Outcomes) es lo que el estudiante sabe y está en capacidad de hacer a la hora de graduarse. Estos tienen que ver con el tercer criterio de ABET. El acercamiento inicial del FCAR es exhaustivo y subjetivo. Por ello se creó un método objetivo y selectivo el cual calcula los resultados de las evaluaciones cuantitativamente. En consecuencia a ello se automatiza la recolección de datos y evaluaciones a través de hojas de cálculo [1], [14]

En la publicación “A hierarchical framework for mapping and quantitatively assessing program and learning resultados outcomes” del 2013 se relata que se hizo un trabajo que vale la pena resaltar. Ese proyecto, fue crear una herramienta basada en la web para estructurar el conjunto de resultados de aprendizaje (Student Outcomes) en niveles y las relaciones entre estos. Al final lo que se puede apreciar es un grafo de los resultados de aprendizaje (Student Outcomes) [15].

En el 2015 se hizo un programa basado en la web de E-Asses, la cual es una herramienta de medición. Esta es una herramienta que ha sido utilizada por Coastal Carolina University desde el 2014, de tal modo que para el 2015 ha sido usada por 2 años. Al terminar un curso, el instructor entra las medidas específicas de cada curso. En el momento en que se agregan los datos, el sistema automáticamente convierte esos datos en reportes que pueden ser usados para evaluar el programa en progreso e informar las continuas mejoras [16].

### 1.1.1. Aplicaciones existentes en Colombia

En este momento las universidades de Colombia que cuentan con una acreditación ABET son:

La universidad de los Andes, y la Universidad del Norte tienen la acreditación de ABET en Colombia. El departamento de Ingeniería de Sistemas de la Universidad EAN tuvo la acreditación de ABET por un tiempo, pero actualmente no la tiene.

En la siguiente tabla se puede observar cuántos programas tienen acreditados cada universidad y cuál es su puesto Ranking QS a nivel de Latinoamérica y a nivel mundial en el 2015 ver Tabla 3 Tabla de Ranking QS[10].

Universidad	Puesto Ranking QS Latinoamérica	Puesto Ranking QS mundial	Programas acreditados por ABET
Universidad de los Andes Colombia	7	283	8
Universidad del Norte	80	701	6
Universidad EAN	151-200		1
Pontificia Universidad Javeriana	27	410	Próximamente.

**Tabla 3 Tabla de Ranking QS[10]**

Lo anterior es importante debido a que nos muestra que las Universidades en Colombia se están interesando en la Acreditación ABET. Partiendo de este punto se puede investigar qué herramientas han usado para apoyar el proceso de acreditación de ABET.

En la investigación de las aplicaciones existentes en las Universidades Colombianas con la acreditación de ABET, se enviaron correos a la Universidad de los Andes, a la Universidad de EAN y la Universidad del Norte. La universidad de los Andes respondió que ellos tienen (Anexo 7. Correo Respuesta de Universidad de los Andes.):

*“un sistema de calidad muy sencillo en el cual los profesores reportan semestre a semestre los resultados en sus cursos. Este sistema se basa en formatos excel que son acompañados de otro sistema que verifica la correctitud y completitud en el diligenciamiento de la información.”[17]*

Por otra parte, la Universidad EAN respondió que actualmente el departamento de Ingeniería de Sistemas ya no posee la acreditación de ABET. En adición a ello, el director de este departamento no supo responder qué herramientas se usaban cuando tenían la acreditación ya que acababa de recibir el puesto (Anexo 8. Correo Respuesta de Universidad EAN.).

La última universidad de la cual se envió una solicitud de información es la universidad del Norte. Sin embargo, no se recibió ninguna respuesta.

Si bien se exploró qué sistema usaban las anteriores universidades, es necesario revisar la herramienta que usa el Departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana. Para encontrar esta información, se realizó una encuesta a los profesores de este departamento y entrevistas. En ello se evidenció que la principal herramienta usada para el aseguramiento de la calidad a través del 3 criterio de ABET, es el Excel que es usado en la generación de reportes, rubricas de resultados de aprendizaje (Student Outcomes), rubricas de calificaciones, la matriz de medición, etc. Estos, junto con documentación asociada a los resultados de aprendizaje (Student Outcomes) se guardan en OneDrive. Si bien esta herramienta es útil para compartir información, también es una herramienta con la que se ha tenido inconvenientes. En una oportunidad se perdió información por el manejo de los documentos por parte de un usuario que borro unos archivos de su computador, que se vio reflejado en la herramienta en línea. La pérdida de información es un lujo que no se puede dar el departamento de ingeniería de sistemas, puesto que genera un sobreesfuerzo a los profesores.

Los sistemas que interactúan en la creación de reportes de los resultados de aprendizaje (Student Outcomes) son el sistema de la javeriana (peoplesoft) donde se encuentran las notas de las herramientas de medición y en Uvirtual de la javeriana donde también se pueden encontrar notas de las herramientas de medición y evidencias académicas.

Comparación entre las aplicaciones existentes

En esta sección se mencionan diferentes herramientas para apoyar el aseguramiento de la calidad a través del 3 criterio de la acreditación ABET. A continuación, se ve un resumen de lo encontrado.

Trabajo relacionado del	Usan Base de Datos	Usa Hoja de Excel	Aplicación Web	Resultados jerarquizados gráficamente	sistema que verifica la correctitud y completitud del Excel
2010 [1], [13]		X			
2012 [1], [14]		X			
2013 [1], [15]			X	X	
2015 [1], [16]			X		
Andes		X			X
AREPAsoft	X		X		X
Departamento de Ing. Sistemas actualmente		X			

**Tabla 4** Tabla de trabajos en el área

La anterior tabla nos muestra que AREPAsoft es una aplicación que, a diferencia de las existentes, cuenta con una base de datos en lugar de basarse en un Excel para guardar los datos. Adicionalmente es una aplicación web, que puede ser usada en cualquier parte donde se tenga un dispositivo que se conecte a Internet y tenga un explorador.

Además de las características mencionadas en la comparación anterior, encontramos que hay otras funcionalidades que tiene AREPAsoft, que hacen que se diferencie. Ver Tabla 5 Funcionalidades AREPAsoft.

ID	Funcionalidad
1	Seguimiento y control de la calidad del programa de ingeniería de sistemas a través de la medición de los resultados de aprendizajes desde el ingreso de notas, hasta la generación de reportes
2	estandarizar los rangos de clasificación de las herramientas de evaluación de un curso
3	estandarizar el porcentaje de calificación de las herramientas de evaluación generales del curso
4	calcular las notas según lo especificado en la rúbrica de porcentajes
5	Las notas se puedan exportar a peoplesoft
6	crear rubricas personalizadas por cada profesor y asignatura
7	Tener un histórico de desempeño respecto a notas anteriores y semestres anteriores

8	Reutilizar rubricas de otras materias o profesores
9	Acceso a monitor de un curso
10	Esta lista para poder importar información de cualquier carrera de la Universidad Javeriana
11	Modificando la configuración administrativa podría funcionar de inmediato con los otros departamentos de la Facultad de Ingeniería
12	Puede escalar en usuarios con solo configurar los parámetros del servidor

**Tabla 5 Funcionalidades AREPAsoft**

Características que se fueron definiendo y refinando a partir de los requerimientos que se encontraron especificados en el SRS.

## V – DISEÑO

### 1. Aplicación AREPAsoft

La aplicación toma como punto de partida el prototipo funcional desarrollado por Jaime Pavlich, e incorporando la opinión de los profesores del departamento de ingeniería de sistemas, el director de ABET y la directora de carrera obtenidos a través de las entrevistas y encuestas.

AREPAsoft busca que los profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas puedan usar esta aplicación para el aseguramiento de la calidad de la carrera. El mayor beneficio que reciben los profesores con este sistema es que automatiza el apoyo a los procesos de ABET respecto a los resultados reduciendo el trabajo manual.

### 2. Alcance

El alcance del proyecto es el prototipo funcional de la aplicación que tiene las siguientes consideraciones.

#### 2.1. Seguridad

AREPAsoft tiene un componente importante de seguridad. Para cumplir con los requerimientos de seguridad, se decidió hacer que el sistema tenga perfiles de los usuarios para determinar los permisos de cada usuario.

Los perfiles que existen son:

ROL	DESCRIPCIÓN	ROLES QUE ESTAN POR DEBAJO
ROL USER	El rol user es el rol que se le asigna a cualquier usuario del sistema, es otro de los roles básicos de Symfony, este es el encargado de manejar la autenticación y validación de correos electrónicos, todos los roles dentro de Symfony deben heredar de este rol. [18]	
ROL DEFAULT	Este es el rol por defecto que se le asigna a una persona externa a la Pontificia Universidad Javeriana. Este rol es necesario debido a que los permisos básicos dentro del framework Symfony se definen a partir de roles primarios y el rol más básico es el ROL_DEFAULT este incluye las funcionalidades básicas de autenticación dentro de la plataforma	ROL_USER

	que maneja el Bundle FOSUserBundle de Symfony [18]	
ROL STUDENT	Este es el rol que tiene un usuario que es estudiante de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_USER
ROL MONITOR	Este es el rol que tiene un usuario que es monitor de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_STUDENT
ROL TEACHER	Este es el rol que tiene un usuario que es profesor de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_MONITOR, ROL_STUDENT
ROL COORDINATOR	Este es el rol que tiene un usuario que es coordinador de resultado de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_TEACHER, ROL_MONITOR, ROL_STUDENT
ROL SECTION	Este es el rol que tiene un usuario que es jefe de sección de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_TEACHER, ROL_MONITOR, ROL_STUDENT
ROL ABET CORD	Este es el rol que tiene un usuario que es coordinador de ABET de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_COORDINATOR, ROL_TEACHER, ROL_MONITOR, ROL_STUDENT
ROL DIRECTOR	Este es el rol que tiene un usuario que es el director de carrera de la Pontificia Universidad Javeriana	ROL_SECTION, ROL_COORDINATOR, ROL_TEACHER, ROL_MONITOR, ROL_STUDENT
ROL ADMIN	Este es el rol que puede cumplir funciones de administrar el sistema	ROL_DIRECTOR, ROL_ABET_COORD, ROL_SECTION, ROL_COORDINATOR, ROL_TEACHER, ROL_MONITOR, ROL_STUDENT
ROL SUPER ADMIN	Este rol está por encima de todos los roles para administrar el sistema.	ROL_ADMIN

**Tabla 6 Roles dentro de la plataforma**

Estos perfiles se crearon basados en los actores que tiene el sistema referenciados en el SDD. Es importante resaltar que los roles que se definen para la configuración de seguridad de Symfony con FOSUserBundle no están alineados con los actores del sistema, algunos nombres coinciden pero no es mandatorio que un rol represente a un actor en el sistema, debido a los requerimientos mínimos de configuración de Symfony requiere de los roles USER y DEFAULT [18].

## 2.2. Reportes

Otra característica importante de la aplicación es la generación de reportes de las clases, los cursos relacionados a los resultados y finalmente el reporte de los resultados en general.

### 2.3. Gestión

Para tener una flexibilidad sobre el manejo de datos que tiene la aplicación, se permite gestionar:

- un curso
- una clase
- un profesor
- un modelo de evaluación
- resultados de aprendizaje (Student Outcomes),
- la matriz de medición
- Los indicadores de desempeño

Se entiende por la palabra gestionar, las acciones de crear editar y eliminar.

### 2.4. Escalabilidad

La aplicación web es fácil de escalar a otras facultades y departamentos de la universidad ya que no discrimina la estructura que maneja el sistema de la javeriana PeopleSoft y permite importar profesores, cursos, calificaciones, clases y estudiantes desde los reportes en formato csv que genera el sistema de información universitario (SIU) en la sección reportes.

## 3. Casos de Uso

Los casos de uso que se identificaron del sistema a partir de la primera fase de concepción, están documentados en el documento de casos de uso y son los siguientes (ver Anexo 9. Casos de uso AREPAsft):

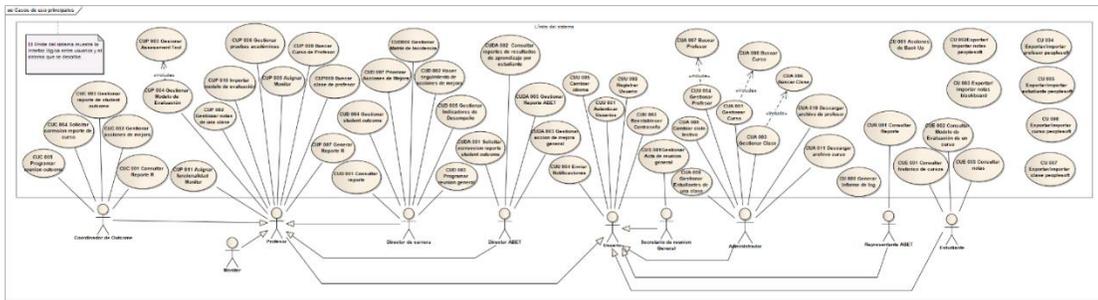


Figura 1 Casos de Uso AREPAsft

Casos de Uso	Descripción
CUU 005 Cambiar idioma	Caso de uso hace referencia al requerimiento funcional de cambiar de idioma (inglés - español) a la página web.
CUU 004 Enviar notificación	El sistema debe permitir al usuario enviar una notificación.

CUU 003 Reestablecer contraseña	El caso de uso hace referencia al requerimiento funcional de reestablecer la contraseña de un usuario
CUU 002 Registrar usuario	El caso de uso hace referencia al requerimiento funcional de registrar a un usuario nuevo en el sistema.
CUU 001 Autenticar usuarios	Caso de uso hace referencia al requerimiento funcional de autenticar a un usuario en el sistema con su respectivo rol.
CUS 001 Gestionar acta de reunión general	El sistema debe permitir al secretario de reunión general gestionar el acta de la reunión general.
CUR 001 Consultar reporte	El sistema debe permitir al representante ABET consultar cualquier reporte
CUP 005 Asignar Monitor	El sistema debe permitir al usuario con el rol de profesor asignar el monitor de una clase.
CUP 010 Importar modelo de evaluación	El sistema debe permitir a los usuarios pertenecientes al rol de profesor, importar un modelo de evaluación existente en el sistema.
CUP 008 Buscar Curso de profesor	Caso de uso hace referencia al requerimiento funcional de que un usuario con el rol de profesor debe poder buscar cursos.
CUP 007 Gestionar reporte R	El sistema debe permitir a los usuarios de rol profesor gestionar un reporte R
CU 007 Exportar/importar clase de peoplesoft	El sistema debe permitir exportar/importar las clases del sistema peoplesoft
CUP 006 Gestionar pruebas académicas.	El sistema debe permitir a los usuarios de rol profesor, subir o eliminar pruebas académicas de una herramienta de medición de un estudiante de una clase que aporte a un outcome.
CUP 005 Exportar/importar estudiante de peoplesoft	El sistema debe permitir exportar/importar los estudiantes del sistema peoplesoft
CUP 005 Asignar funcionalidades monitor	El sistema debe permitir a administrador seleccionar la lista de funcionalidades permitidas al rol de monitor
CUP 004 Gestionar modelo de evaluación	El sistema debe permitir al usuario que pertenecen al rol de profesor gestionar un modelo de evaluación.
CU 004 Exportar/importar profesor de peoplesoft	El sistema debe permitir exportar o importar los profesores del sistema peoplesoft
CUP 003 Gestionar herramientas de evaluación	El sistema debe permitir a los usuarios que pertenecen al rol de profesor gestionar herramientas de medición de un curso. El sistema debe poder asociar las dimensiones de las herramientas de evaluación a los resultados.
CUP 002 Gestionar Notas de una Clase	El sistema debe permitir gestionar notas a cada uno de las dimensiones de las herramientas de medición de un estudiante.

CU 006 Exportar/importar curso de peoplesoft	El sistema debe permitir exportar/importar los cursos del sistema peoplesoft
CUE 003 Consultar notas	El sistema debe permitir al estudiante consultar las notas obtenidas en una clase vista
CUE 002 Consultar modelo de evaluación de un curso	El sistema debe permitir al estudiante consultar el Modelo de evaluación de la clase a la que asiste.
CUE 001 Consultar historico de cursos	El sistema debe permitir al estudiante consultar su histórico de cursos con sus respectivas notas.
CUDA 005 Gestionar el Reporte de ABET	El sistema debe permitir al rol de director de ABET gestionar un reporte de ABET.
CUDA 003 Gestionar acciones de mejora general	El sistema debe permitir al director de ABET y al director de carrera crear, editar, eliminar las acciones de mejora para cada curso en cada periodo.
CUDA 002 Consultar reportes de resultados por estudiante	El sistema debe permitir al director de ABET consultar los reportes que han realizado los coordinadores de resultado.
CUDA 001 Solicitud corrección reporte resultados por estudiante	El sistema debe permitir al director de ABET solicitar la corrección del reporte de resultados por estudiante a los coordinadores de resultado.
CUD 007 Priorizar acciones de Mejora	El sistema debe permitir al director de carrera priorizar acciones de mejora al asignar un ciclo lectivo en que debe ser realizado y un número entre 1 a 5 que sea producto de la complejidad y prioridad del mismo.
CUD 004 Gestionar resultado	El sistema debe permitir gestionar un resultado en el sistema.
CUD 003 Programar reunión general	El sistema debe permitir programar una reunión general
CUD 002 Hacer seguimiento a acciones de mejora	El sistema debe permitir al director de carrera buscar, editar y ver las acciones de mejora que se han propuesto para determinado ciclo lectivo junto a su fecha, comentarios y estado (realizado, progreso, no realizado).
CUD 001 Consultar reportes	El sistema debe permitir a los usuarios con el rol de director de carrera consultar un reporte
CUC 005 Programar reunión de resultados	El sistema debe permitir al coordinador de resultado programar la reunión de resultado.
CUC 004 Solicitar corrección de reporte R	El sistema debe permitir al coordinador de resultado solicitar la corrección del reporte R al profesor encargado del reporte
CUC 003 Gestionar reporte de resultados por estudiante	El sistema debe permitir al rol de coordinador de resultado gestionar el reporte del resultado del cual está encargado
CUC 002 Proponer acciones de mejora	El sistema debe permitir al coordinador de resultado gestionar acciones de mejora.
CUC 001 Consultar reporte R	El sistema debe permitir al coordinador de resultado consultar los reportes r de las clases que aportan a el resultado del cual está encargado

CUA 011 Descargar archivo de curso	El sistema debe permitir a un usuario con rol de Administrador descargar un archivo de curso.
CUA 010 Descargar archivo de profesor	El sistema debe permitir a un usuario con rol de Administrador descargar un archivo de profesor
CUA 008 Gestionar Estudiantes de Clase	El sistema debe permitir gestionar notas a cada uno de las dimensiones de las herramientas de medición de un estudiante.
CUA 007 Buscar profesor	El sistema debe permitir al usuario de rol Administrador buscar profesor.
CUA 006 Buscar Clase	El sistema debe permitir al usuario de rol Administrador buscar clase.
CUA 005 Buscar Curso	El sistema debe permitir al usuario de rol Administrador buscar curso
CUA 004 Gestionar profesor	El sistema debe permitir al usuario de rol Administrador gestionar profesor
CUA 003 Gestionar clase	El sistema debe permitir al usuario de rol Administrador gestionar clase
CU 008 Generar informe de log	El sistema debe permitir a los usuarios de rol Administrador gestionar un estudiante de una clase
CUA 001 Gestionar Curso	El sistema debe permitir al usuario de rol Administrador gestionar curso
CU 003 Exportar /importar notas de blackboard	El sistema debe permitir exportar o importar notas de blackboard ya que los profesores en ocasiones suben notas de las herramientas de medición en este sistema.
CU 002 Exportar /importar notas de peoplesoft	El sistema debe permitir exportar o importar las notas del sistema peoplesoft
CU 001 Acciones de backup	El sistema debe hacer una copia de las bases de datos semanalmente.
CUP 009 Buscar Clase de profesor	Caso de uso hace referencia al requerimiento funcional de que un usuario con el rol de profesor debe poder buscar clase
CUD 006 Gestionar Matriz de medición	El sistema debe permitir Gestionar Matriz de medición de resultados en el sistema.
CUD 005 Gestionar Indicadores de Desempeño	El sistema debe permitir gestionar indicadores de desempeño de resultados en el sistema.
CUA 009 Cambiar Ciclo Lectivo	El sistema debe permitir a los usuarios de rol Administrador cambiar el ciclo lectivo que tiene la aplicación

**Tabla 7 Casos de Uso del sistema**

### 3.1. Casos de Uso Priorizados e implementados

Los casos de uso están priorizados teniendo en cuenta la complejidad del caso de uso y la prioridad del caso de uso. En el campo de la complejidad se coloca un número de 1-5 siendo 1 lo menos complejo y 5 lo más complejo. A sí mismo, en el campo de prioridad se coloca un número de 1-5, siendo 1 lo menos prioritario y 5 lo más prioritario.

Casos de Uso	Complejidad	Prioridad	Total
CUU 001 Autenticar usuarios	1	5	4,4
CUP 004 Gestionar modelo de evaluación	1	5	4,4
CUDA 001 Solicitud corrección reporte resultados por estudiante	1	5	4,4
CUD 004 Gestionar resultado	1	5	4,4
CUD 003 Programar reunión general	1	5	4,4
CUD 001 Consultar reportes	1	5	4,4
CUC 004 Solicitar corrección de reporte R	1	5	4,4
CUC 001 Consultar reporte R	1	5	4,4
CUA 001 Gestionar Curso	1	5	4,4
CUA 009 Cambiar Ciclo Lectivo	1	5	4,4
CUR 001 Consultar reporte	2	5	3,8
CUP 002 Gestionar Notas de una Clase	2	5	3,8
CUE 003 Consultar notas	2	5	3,8
CUA 007 Buscar profesor	2	5	3,8
CUA 006 Buscar Clase	2	5	3,8
CUA 005 Buscar Curso	2	5	3,8
CUE 002 Consultar modelo de evaluación de un curso	1	4	3,4
CUC 005 Programar reunión de resultado	1	4	3,4
CUC 002 Proponer acciones de mejora	1	4	3,4
CUU 002 Registrar usuario	3	5	3,2
CUP 008 Buscar Curso de profesor	3	5	3,2
CUP 007 Gestionar reporte R	3	5	3,2
CUP 003 Gestionar Herramienta de medición	3	5	3,2
CUA 008 Gestionar Estudiantes de Clase	3	5	3,2
CUA 004 Gestionar profesor	3	5	3,2
CUA 003 Gestionar clase	3	5	3,2
CUP 009 Buscar Clase de profesor	3	5	3,2
CUP 010 Asignar Monitor	2	4	2,8

CUU 003 Reestablecer contraseña	4	5	2,6
CUP 006 Gestionar pruebas académicas	4	5	2,6
CUDA 005 Gestionar el Reporte de ABET	4	5	2,6
CUDA 002 Consultar reportes de resultado por estudiante	4	5	2,6
CUD 002 Hacer seguimiento a acciones de mejora	4	5	2,6
CUC 003 Gestionar reporte de resultado por estudiante	4	5	2,6
CUD 006 Gestionar Matriz de medición	4	5	2,6
CUD 005 Gestionar Indicadores de Desempeño	4	5	2,6
CUS 001 Gestionar acta de reunión general	1	3	2,4
CUP 008 Importar modelo de evaluación	3	4	2,2
CUP 005 Asignar funcionalidades monitor	3	4	2,2
CUDA 003 Gestionar acción de mejora general	3	4	2,2
CUD 007 Priorizar acciones de Mejora	3	4	2,2
CU 008 Generar informe de log	3	4	2,2
CU 001 Acciones de backup	3	4	2,2
CUU 005 Cambiar idioma	5	5	2
CU 004 Exportar/importar profesor de peoplesoft	5	5	2
CU 005 Exportar/importar estudiante de peoplesoft	5	5	2
CU 006 Exportar/importar curso de peoplesoft	5	5	2
CU 007 Exportar/importar clase de peoplesoft	5	5	2
CU 002 Exportar /importar notas de peoplesoft	5	5	2
CUA 011 Descargar archivo de curso	2	3	1,8
CUA 010 Descargar archivo de profesor	2	3	1,8
CUE 001 Consultar histórico de cursos	2	3	1,8
CUU 004 Enviar notificación	3	3	1,2
CU 003 Exportar /importar notas de blackboard	5	4	1

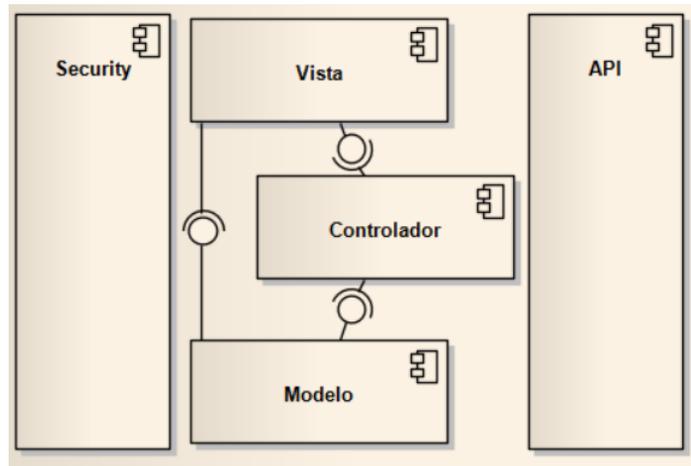
Tabla 8 Priorización casos de Uso

## 4. Diagrama de Componentes

El diagrama de componentes representa la forma en la que está dividida una aplicación en componentes y las dependencias entre los componentes. Siendo que un componente es un elemento de una aplicación que brinda una serie de servicios, o funcionalidades a través de interfaces

Ahora bien, el diagrama de componentes que se realiza para ARepA soft, se ve influenciado por el hecho de que el framework de symfony tiene una arquitectura de aplicaciones MVC. Partiendo de esto se creó la aplicación con las capas de modelo, vista y controlador. Transversal a estas capas esta la capa de seguridad y API. La capa de seguridad se creó para ya que se debe mantener una seguridad en el sistema. En consecuencia, las personas acceden a los datos acorde a sus permisos. Por otra parte, la capa de API se refiere a que la aplicación tiene un API a la cual se puede acceder. Para cerrar, en esta misma capa se incluye el bundle de rest-bundle que ofrece varias herramientas para desarrollar APIs estilo RESTful y aplicaciones con Symfony.

- En la vista se encuentran los twigs, formularios, css, js, imágenes y los bundles de datatable, jquery, jszip, Font-awsome, bootstrap, fastclick, nprogress, jquery-validation, d3, pdfmaker, y autosize.
- En el componente de controlador se encuentran los controladores que ejecutan operaciones y los bundles de symfony, PHP Excel, luggio y swiftmailer.
- En el modelo se encuentran las entidades, y los bundles de Doctrine ORM, DoctrineCacheBundle y doctrineFixture.
- En la capa de seguridad se encuentra el bundle de friendsof symfony
- En la capa de API se encuentra el bundle de rest-bundle



*Figura 2 Diagrama de Componentes del Sistema*

## 5. Diagrama de Despliegue

El diagrama de despliegue es un tipo de diagrama que tiene como fin diseñar la disposición física de los artefactos de la aplicación en nodos. En este, se puede observar que hay tres Nodos, los cuales son, el nodo del cliente, el nodo del servidor y el nodo del servidor de mail.

- El nodo del cliente tiene el componente de un browser a través del cual el usuario va a ver las pantallas de la aplicación.
- En el nodo del servidor se encuentra la aplicación de ARepA soft, la base de datos.
- El nodo del servidor de e-mail, es un servidor de correo electrónico con el cual va a interactuar la aplicación de ARepA soft.

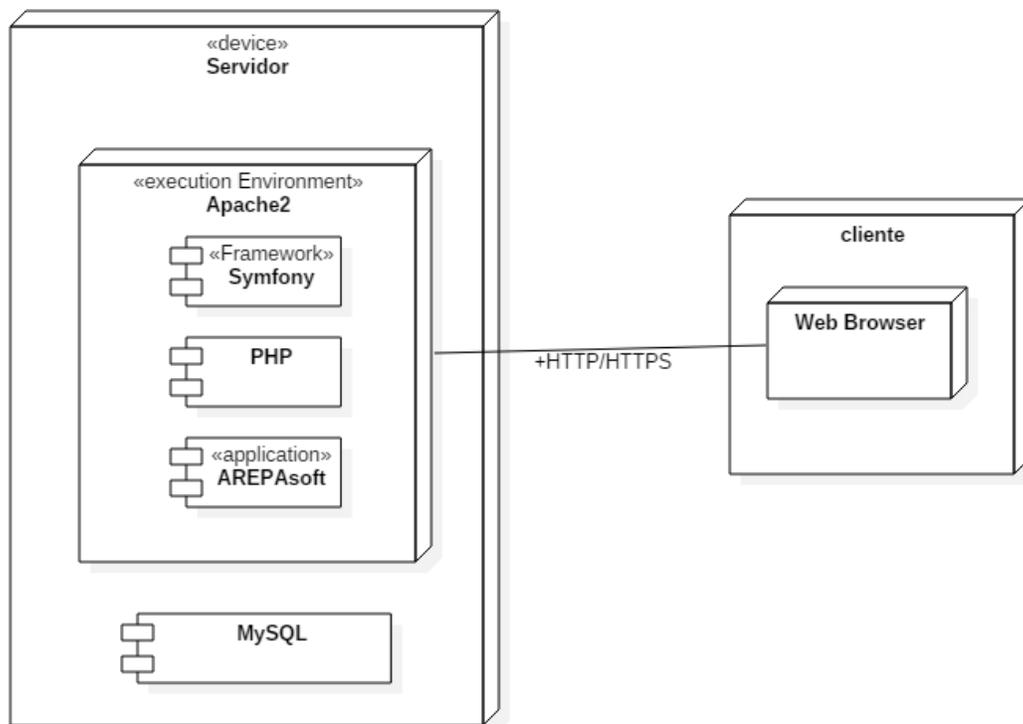


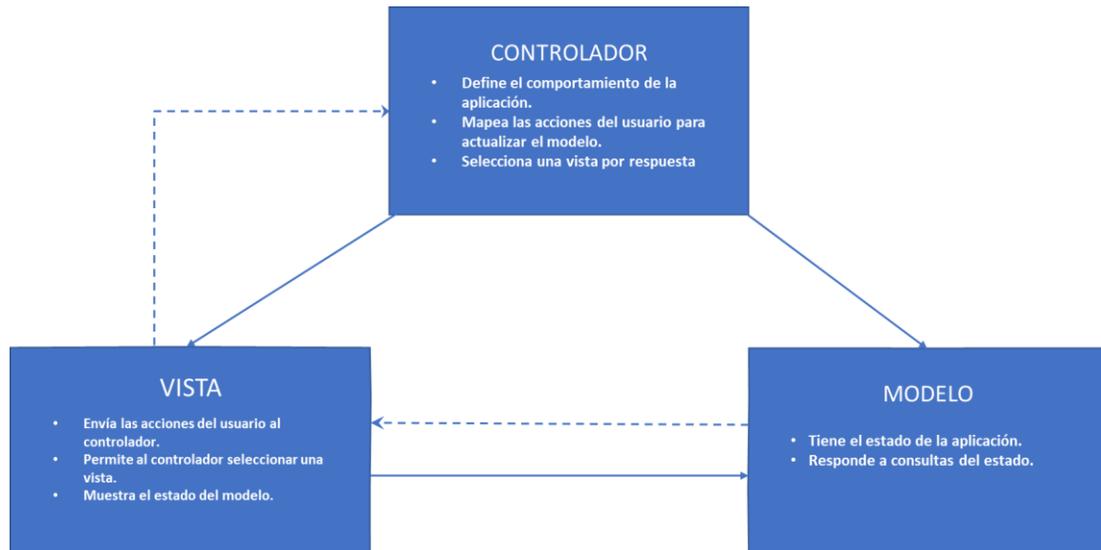
Figura 3 Diagrama de despliegue

## 6. Patrones de Diseño

En cuestión del diseño se usó el patrón de MVC (Modelo Vista Controlador) y el patrón composite.

En el Modelo Vista Controlador es un patrón de arquitectura de aplicaciones, y la idea es separar los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario. [19], [20]

La siguiente imagen muestra el patrón de MVC y la descripción de sus componentes.



**Figura 4 Patrón MVC**

El patrón composite (Figura 5 Patrón Composite), permite la creación de objetos complejos a partir de otros más simples, cuando tienen atributos o propiedades similares entre sí, gracias a la estructura de composición recursiva en forma de árbol, permite además que objetos similares estén compuestos por instancias de sí mismo o de una clase hija, dado que todos tienen una interfaz común, facilita el tratamiento de los objetos creados.

Este patrón se usó para diseñar el modelo de evaluación, y como se puede calificar a los estudiantes de una clase a partir de este. El modelo de evaluación está compuesto de herramientas de evaluación (los componentes), y estas a su vez están conformadas por contenidos (las hojas). Las notas que se le asignan a un contenido están asociadas a la hoja del patrón composite, en forma de lista, de esta manera quedan asociadas a la clase de la raíz del árbol el AssessmentComponent que está directamente asociado al modelo de evaluación del cual heredan. Ahora, hay un detalle importante, y es que la nota de la herramienta de evaluación depende de la nota que tienen las hijas desde la raíz del patrón composite. De tal forma que si la nota de una de las clases hijas cambia, la nota total de la herramienta de evaluación que está en la raíz cambia y todas las notas en cada subnivel cambian de abajo hacia arriba.

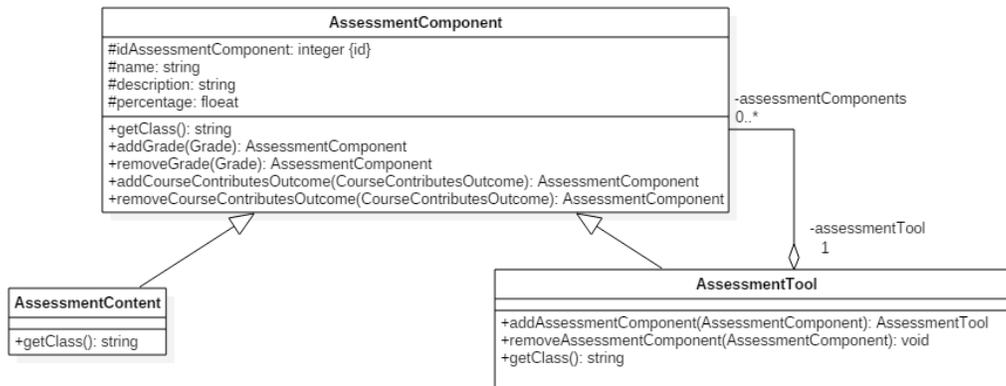


Figura 5 Patrón Composite

## 7. Desarrollo de la solución

En el desarrollo de la solución se debe tener resuelto como primera medida cuáles son los criterios para saber que se debe implementar y hasta donde se debe llegar. Los criterios para saber que se debe implementar, tienen su primer insumo en la priorización de los casos de uso, seguido de las necesidades que surgen dependiendo de la etapa que se encuentra el desarrollo. Ahora para saber hasta dónde se debe llegar, es necesario recordar el objetivo de ARRepA soft, el cual es Desarrollar una aplicación web para apoyar a los profesores del Departamento de Ingeniería de Sistemas en el proceso de aseguramiento de la calidad del programa y verificación del criterio tres en la acreditación ABET. Fue de este objetivo general, de los requerimientos recolectados en los casos de uso y pensando en que la aplicación debe dar un aporte diferente a lo que se tiene actualmente, que se decidió que debía llegar como mínimo hasta la generación del Reporte R.

La secuencia en que fueron implementadas las funcionalidades se explicara a continuación. Lo primero que se implemento fue el ingreso de la aplicación. Esto es importante ya que tiene una alta prioridad y la aplicación maneja datos sensibles que requieren que el usuario sea autenticado antes de poder realizar cualquier acción. Posteriormente se pasó a realizar el módulo del profesor ya que esta tesis está dirigida a apoyar al profesor en el aseguramiento de la calidad a través de la acreditación de ABET Respecto al tercer criterio de este. Finalmente se pasó a realizar el módulo del administrador, con el fin de permitir el cambio de los diferentes parámetros de la aplicación sin que requiera cambios en el código. En ocasiones debido a que las funcionalidades del administrador tienen impacto en la información del sistema que puede afectar al profesor, hubo momentos en que se trabajaba en las funcionalidades

de los dos roles. Esto es coherente con la metodología seleccionada en que existen iteraciones en el que se pueden refinar aspectos necesarios de etapas anteriores.

En específico, los casos de uso implementados son los siguientes:

- **CUU:**
  - **CUU 005** Cambiar idioma, **CUU 003** Reestablecer contraseña, **CUU 002** Registrar usuario, **CUU 001** Autenticar usuarios
- **CUP:**
  - **CUP 010** Importar modelo de evaluación, **CUP 008** Buscar Curso de profesor, **CUP 007** Gestionar reporte R, **CUP 004** Gestionar modelo de evaluación, **CUP 003** Gestionar Herramienta de medición, **CUP 002** Gestionar Notas de una Clase, **CUP 009** Buscar Clase de profesor
- **CUD**
  - **CUD 004** Gestionar resultado, **CUD 006** Gestionar Matriz de medición, **CUD 005** Gestionar Indicadores de Desempeño
- **CUA**
  - **CUA 011** Descargar archivo de curso, **CUA 010** Descargar archivo de profesor, **CUA 007** Buscar profesor, **CUA 006** Buscar Clase, **CUA 005** Buscar Curso, **CUA 004** Gestionar profesor, **CUA 003** Gestionar clase, **CUA 002** Generar informe de log, **CUA 001** Gestionar Curso, **CUA 009** Cambiar Ciclo Lectivo
- **CU**
  - **CU 007** Exportar/importar clase de peoplesoft, **CU 005** Exportar/importar estudiante de peoplesoft, **CU 004** Exportar/importar profesor de peoplesoft, **CU 002** Exportar /importar notas de peoplesoft, **CU 006** Exportar/importar curso de peoplesoft.
  - Con el fin de evitar duplicidad en la información se implementaron un conjunto de clases para conectarse en línea con el sistema de la javeriana de peoplesoft, sin embargo a pesar de las gestiones realizadas no se logro obtener autorización para la conectividad. Dichas clases están listas para ser utilizadas en cuanto se logre la autorización. Para compensar dicha limitación se implementó también la carga de datos desde archivos delimitados por coma (CSV) exportados desde el sistema de la Javeriana (peoplesoft).
  - Inicialmente se hicieron unos tutoriales para el proceso de exportar documentos csv del sistema de la javeriana de peoplesoft para cargar la base de datos de la aplicación. Sin embargo, debido a que el sistema de peoplesoft cambio, estos tutoriales ya no representan la realidad.

Un resumen de lo implementado puede verse más claramente en la siguiente figura. En este se puede ver que se implementó el módulo del profesor y el módulo del administrador. En la siguiente figura se listan las funcionalidades que puede realizar el administrador y el profesor en la aplicación. Hay que tener presente para interpretar

adecuadamente la siguiente figura que la palabra gestionar se refiere a crear, editar y eliminar.

En adición a estos módulos, la aplicación permite tener un registro de un log y Exportar/importar cursos, clases, profesores, estudiantes, notas, resultados de aprendizaje (Student Outcomes) e indicadores de desempeño a través de la consola.

Administrador	Profesor	Otro
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestionar:<ul style="list-style-type: none"><li>- Herramientas de medición</li><li>- Información de profesor, curso y clase</li><li>- Outcomes</li><li>- Matriz de incidencia</li><li>- Indicadores de desempeño</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestionar<ul style="list-style-type: none"><li>- Modelo de evaluación,</li><li>- Herramientas de medición,</li><li>- Notas</li></ul></li><li>• Generar Reporte R</li><li>• Buscar:<ul style="list-style-type: none"><li>- Clase</li><li>- Curso</li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Log</li><li>• Exportar/importar<ul style="list-style-type: none"><li>- Cursos</li></ul></li><li>- Clases<ul style="list-style-type: none"><li>- Profesores</li><li>- Estudiante</li></ul></li><li>- Notas</li><li>- Outcomes</li><li>- Indicadores de desempeño</li></ul>

*Figura 6 Resumen de funciones implementadas*

En la siguiente imagen, se ven las pantallas que se tienen para el ingreso de un usuario al sistema. El usuario puede registrarse, restablecer su contraseña o ingresar en el sistema.

Posterior a ello podemos ver algunas pantallas de los usuarios con rol profesor. Entre ellas se va a encontrar una pantalla de una consulta a un curso activo, la gestión del modelo de evaluación, y la gestión del reporte R El profesor además de estas pantallas, puede consultar cursos, cursos activos, clases, clases activas.

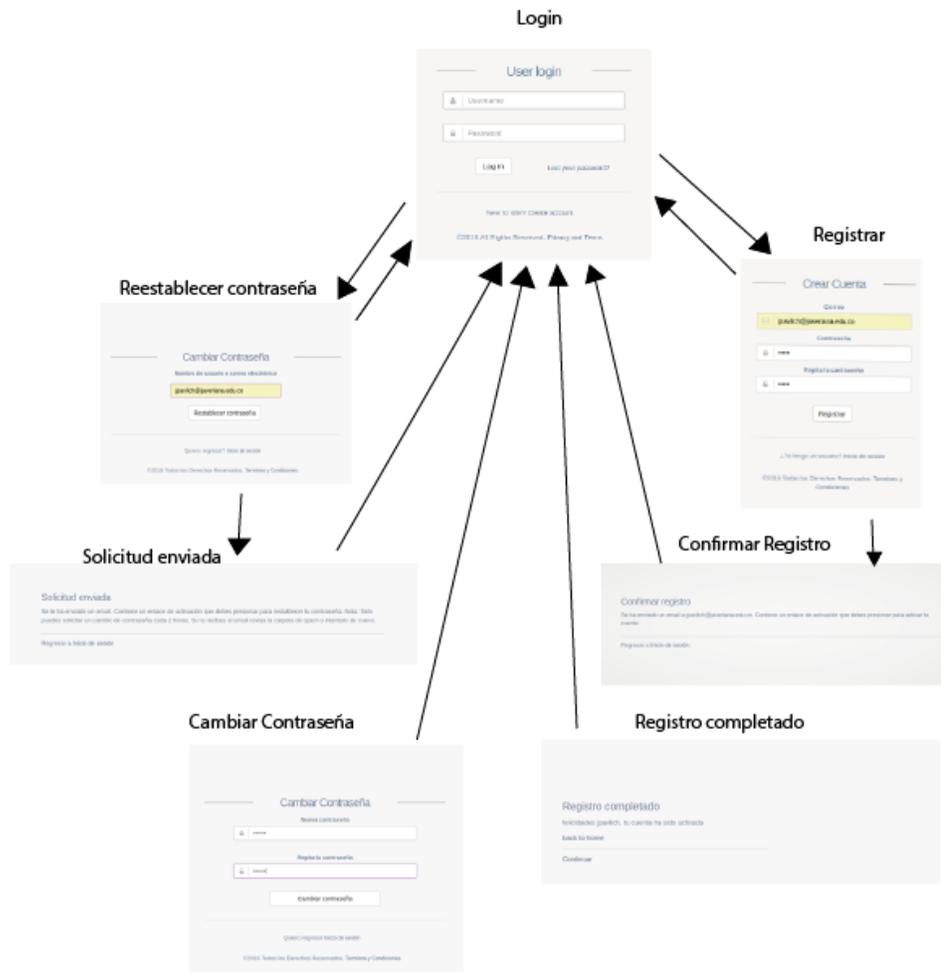


Figura 7 Ingreso al sistema

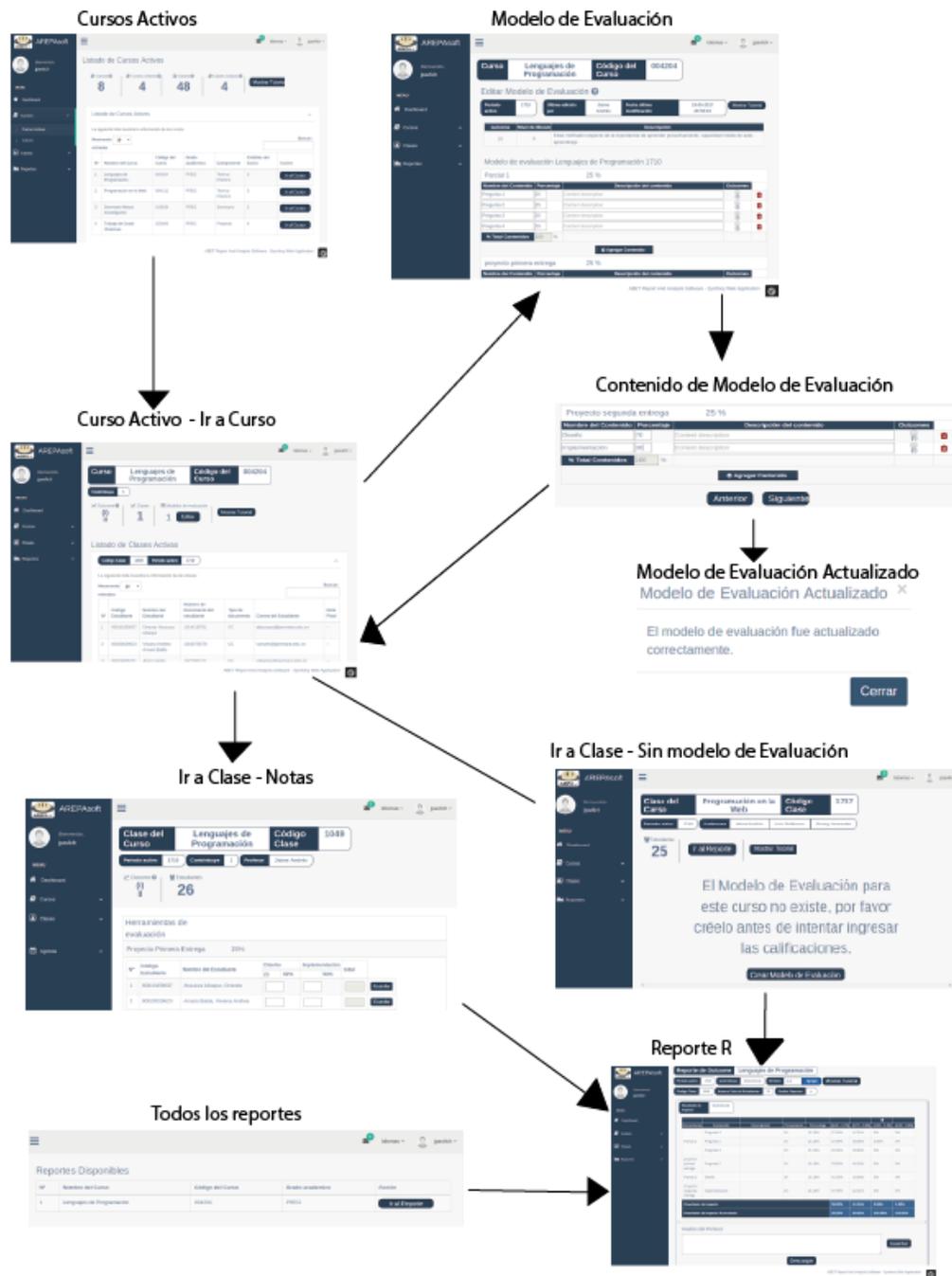
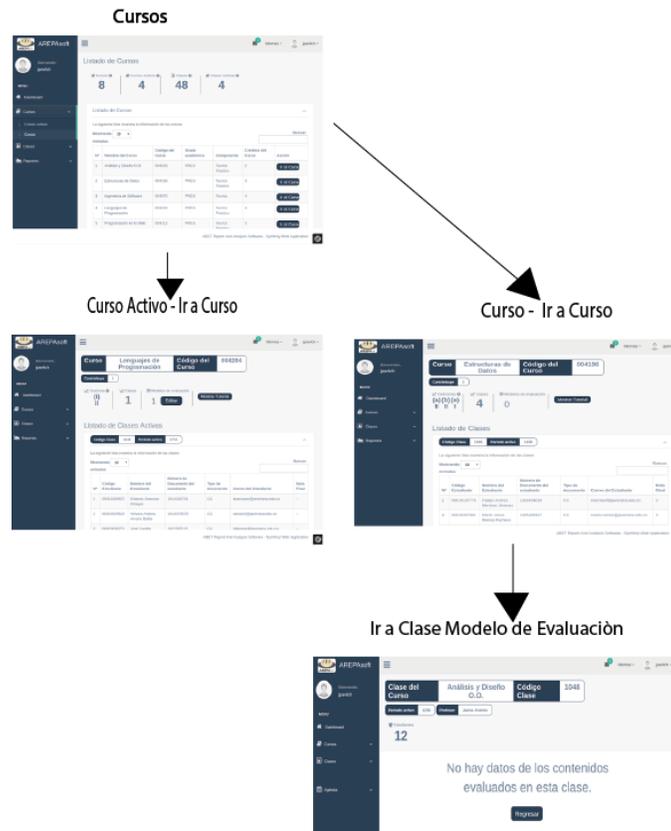


Figura 8 Vista de Cursos Activos



**Figura 9 Vistas de Cursos**

Ahora por la parte del administrador, se puede encontrar las pantallas para manejar los resultados, indicadores de desempeño, y la matriz de medición. El administrador además de manejar lo anterior, puede gestionar cursos, profesores, cambiar un ciclo lectivo y consultar clases.

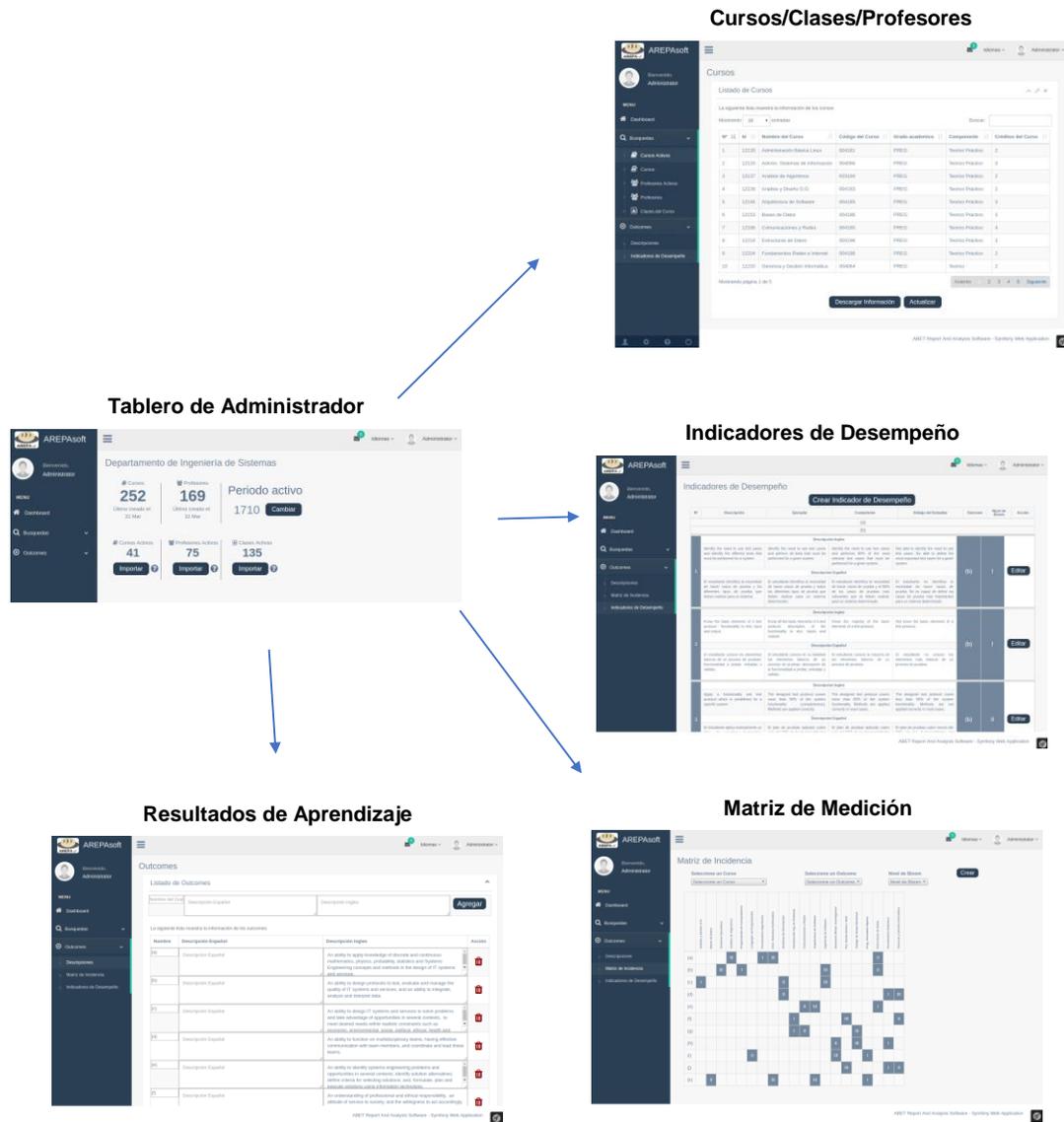
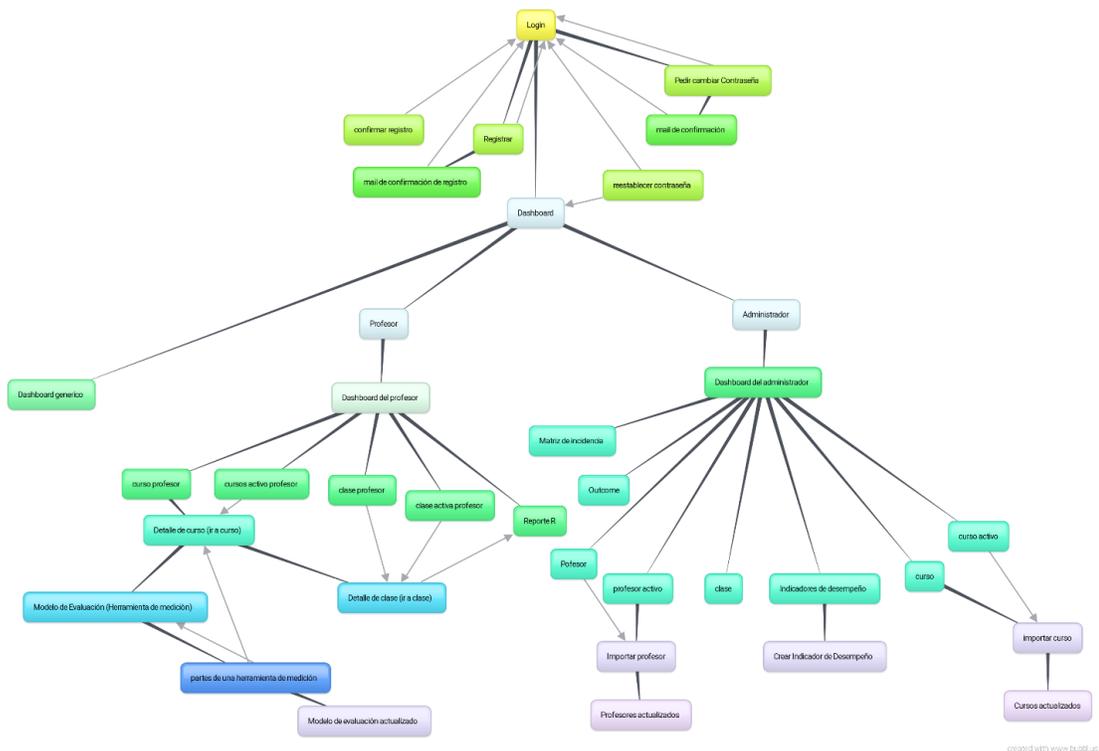


Figura 10 Vista de Administrador

## 7.1. Navegación de las vistas

Para entender un poco más el comportamiento de la aplicación, a continuación, se muestra el diagrama de la navegación de las vistas.



**Figura 11 Navegación de las Vistas**

En la parte de la interfaz se van a crear los módulos del profesor y del administrador a lo largo del desarrollo de AREPA soft. En las siguientes imágenes se muestra la navegabilidad entre las diferentes vistas de estos módulos. Cada una de estas vistas se puede relacionar con las secciones del Mock up, donde se muestran cómo se ven las diferentes pantallas del sistema y donde se describe que se puede realizar en cada vista. Algo importante a destacar, es que la vista de “ir a clase”, puede cambiar el contenido de esta dependiendo de si es una clase activa o una clase de un ciclo lectivo pasado, de si tiene un modelo de evaluación asociado o no lo tiene. En la sección del mock up se tiene un mayor detalle de este comportamiento. Lo mismo ocurre en la vista de “ir a curso”.

Las pantallas “importar profesor”, “profesores actualizados”, “crear indicador de desempeño”, “importar curso”, “cursos actualizados” y “modelo de evaluación actualizado”, son emergentes.

Esta primera imagen muestra la navegabilidad que se tiene de las pantallas para ingresar al sistema. En esta la vista dashboard, en realidad no es una vista, solo es una forma para explicar que una vez el usuario ingresa, se va a redirigir al dashboard propio del rol que se tiene en el sistema.

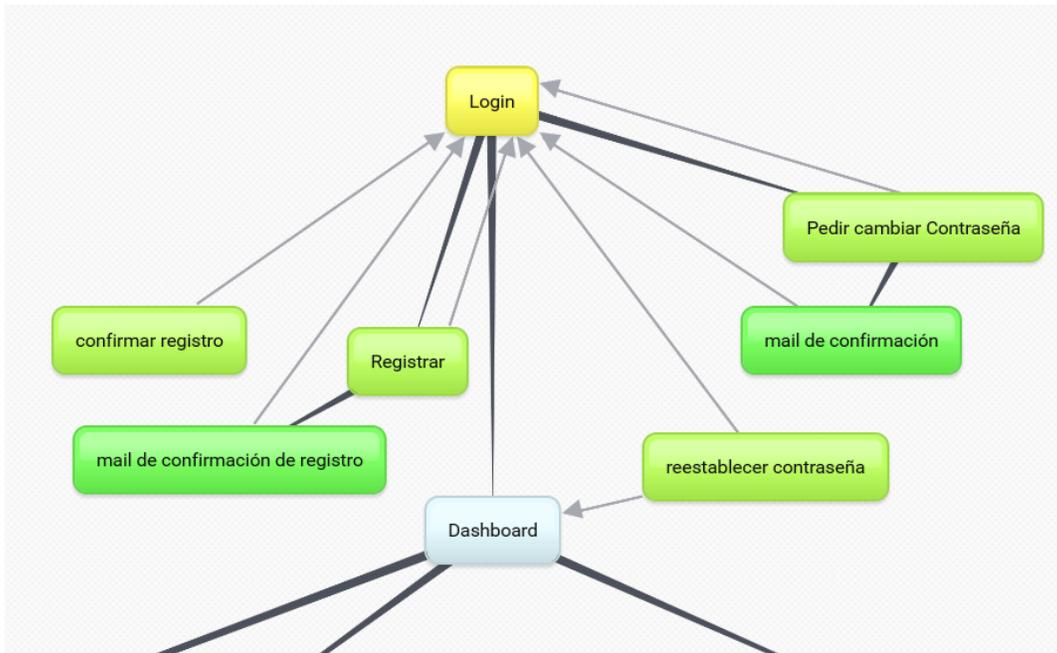


Figura 12 Navegación de las vistas para ingresar a la aplicación

En la siguiente imagen se muestra la navegabilidad que se tiene en las pantallas de un administrador del sistema

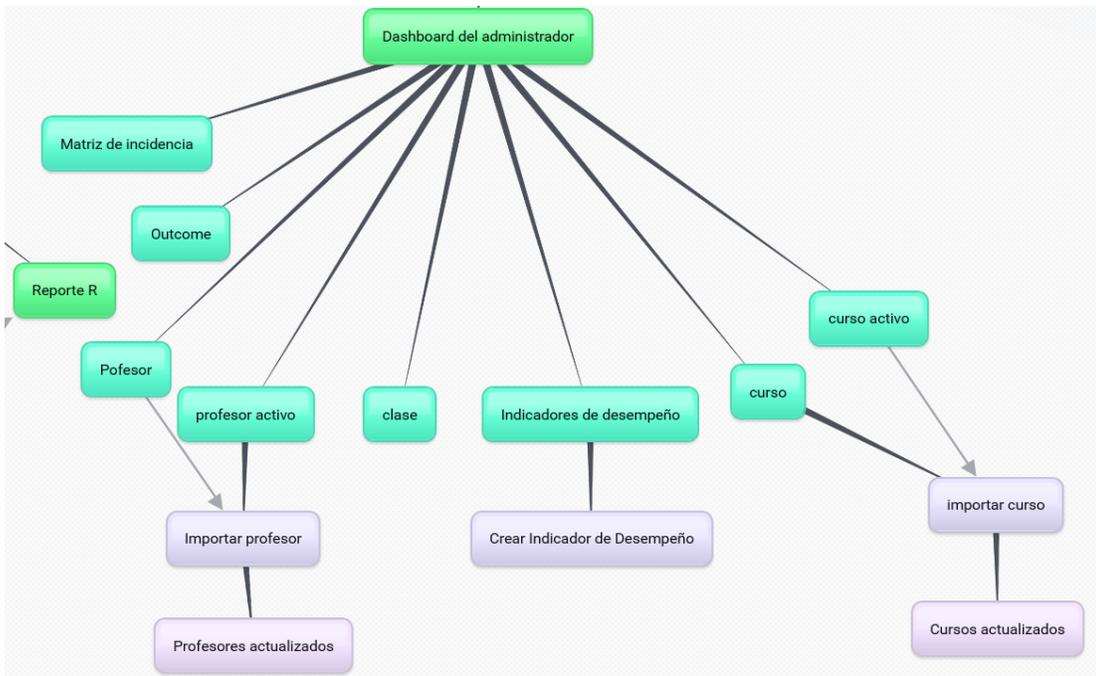
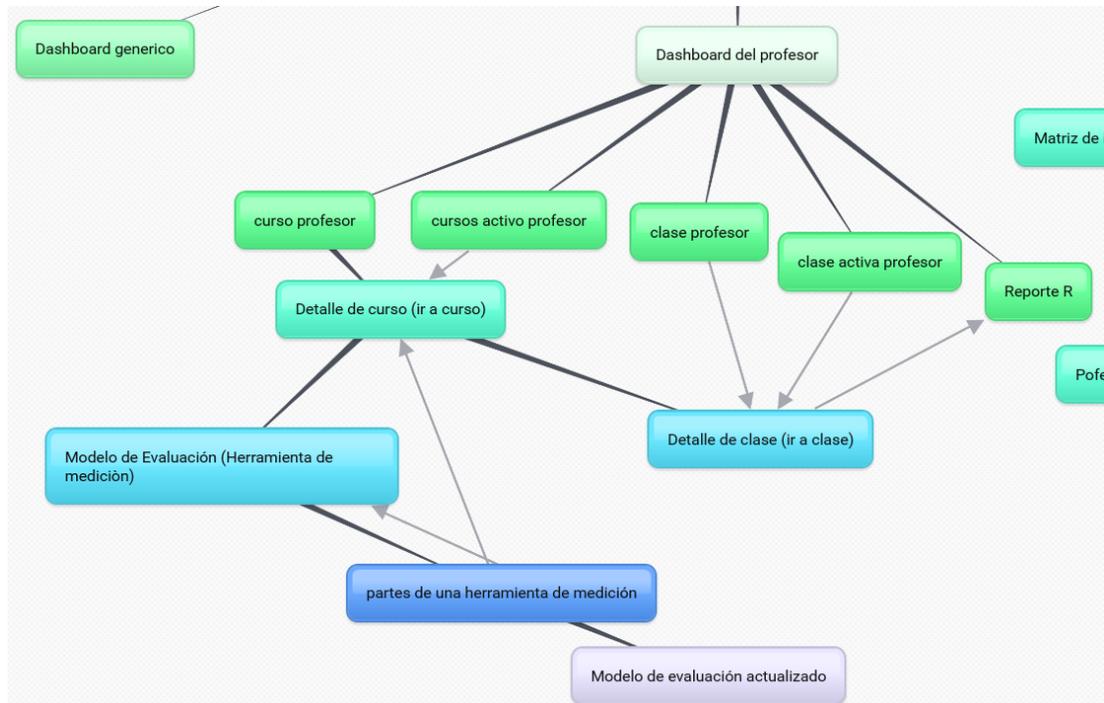


Figura 13 Navegación Vistas de Administrador

En la siguiente imagen se muestra la navegabilidad que se tiene de las pantallas de un Profesor en el sistema. En este hay algo que se debe explicar y es que se colocó dashboard profesor para saber que se está ingresando en el módulo de las vistas del profesor, ya que en realidad no se ve una vista en particular. También se hizo de esa forma para tener presente que independiente de la vista en la que se esté entre curso profesor, curso activo profesor, clase profesor, clase activa profesor, reporte R, siempre se puede elegir ir a otra vista de estas a partir de la que está.



**Figura 14 Navegación Vistas de Profesor**

Es importante saber cómo están relacionadas todas estas vistas con los casos de uso, por ello se realizó el siguiente cuadro:

Una vez se ha visto la navegación entre las vistas, es de utilidad saber cómo se relacionan estas vistas a los casos de uso, por ello se presenta la siguiente tabla con los casos de uso:

Caso de Uso	Vista
CUU 005 Cambiar idioma	Todas
CUU 003 Reestablecer contraseña	Reestablecer contraseña, pedir cambiar contraseña, mail de confirmación.
CUU 002 Registrar usuario	Registrar, mail de confirmación de registro, confirmar registro
CUU 001 Autenticar usuarios	Login

CUP 008 Reutilizar modelo de evaluación	Modelo de evaluación (Herramienta de medición), dimensión de herramienta de medición
CUP 008 Buscar Curso de profesor	curso activo profesor, curso profesor
CUP 007 Gestionar reporte R	Reporte R
CUP 004 Gestionar modelo de evaluación	Modelo de evaluación (Herramienta de medición), dimensión de herramienta de medición, modelo de evaluación actualizado
CUP 003 Gestionar Herramienta de medición	Modelo de evaluación (Herramienta de medición), dimensión de herramienta de medición
CUP 002 Gestionar Notas de una Clase	Detalle de clase (ir a clase)
CUD 004 Gestionar resultado	Resultado
CUA 011 Descargar archivo de curso	curso, curso activo
CUA 010 Descargar archivo de profesor	profesor activo, profesor
CUA 007 Buscar profesor	profesor activo, profesor
CUA 006 Buscar Clase	Clase
CUA 005 Buscar Curso	curso, curso activo, importar cursos, cursos actualizados
CUA 004 Gestionar profesor	profesor activo, profesor, importar profesores, profesores actualizados
CUA 003 Gestionar clase	clase
CUA 002 Generar informe de log	todo
CUA 001 Gestionar Curso	curso, curso activo
CUP 009 Buscar Clase de profesor	clase profesor, clase activo profesor
CUD 006 Gestionar Matriz de medición	Matriz de medición
CUD 005 Gestionar Indicadores de Desempeño	Indicador de desempeño, crear indicador de desempeño
CUA 009 Cambiar Ciclo Lectivo	Dashboard del administrador
CU 007 Exportar/importar clase de peoplesoft	Se realiza por consola
CU 005 Exportar/importar estudiante de peoplesoft	Se realiza por consola
CU 004 Exportar/importar profesor de peoplesoft	Se realiza por consola
CU 002 Exportar /importar notas de peoplesoft	Se realiza por consola
CU 006 Exportar/importar curso de peoplesoft	Se realiza por consola

**Tabla 9 Trazabilidad de las Vistas con los Casos de Uso**

## 8. Resultados

En la tesis de AREPASoft y alineados con los objetivos, surge la necesidad de validar la aplicación ante el cliente. Al validar la aplicación se busca evaluar la forma en la que los profesores y la directora de carrera del departamento de Ingeniería de Sistemas usarían la aplicación y evaluar su percepción de ella.

El medio a través del cual se validó el sistema, fue a partir de las pruebas de usuario. Estas se realizaron a cuatro profesores del departamento de Ingeniería de sistemas a medida que se hacían incrementos en las funcionalidades de la aplicación. La directora de Carrera, que al mismo tiempo es profesora, también participó en las pruebas de usuarios.

En estas pruebas se exploraba la aplicación y se validaba que el incremento en el desarrollo tuviera la aceptación del cliente o usuarios. Así mismo, se tomaba nota de los aspectos a mejorar en la aplicación para realizar los respectivos ajustes. Uno de los ajustes más importantes que se hicieron fue el de crear tutoriales dentro de la aplicación, que surgió a partir de unas pruebas de usuario con Angela Carrillo. En esta se identificó que se debían incluir tutoriales en la aplicación para que haya menos fricción a la hora de usar la aplicación por parte de un profesor.

Adicionalmente se tuvo un acompañamiento en todo el proceso de validación con los usuarios para verificar que lograban acceder a todas las funcionalidades del prototipo.

Durante las pruebas de usuario finales con German Chavarro y Mariela Curiel se pudo validar con ambos profesores, que el sistema lograba de manera satisfactoria:

- Creación de un usuario con el correo de la javeriana.
- Validación de la cuenta por correo electrónico.
- Cambio de contraseña.
- Crear y cargar de manera correcta la información de cursos y clases para cada profesor después de que el usuario verificaba la creación de la cuenta con el correo de la universidad.
- El acceso a la información del histórico de cursos y clases desde el 2010, además de poder consultar la lista de clases de los cursos que dictaban en el periodo activo.
- La creación de un nuevo modelo de evaluación para el curso además de alinearlos con los elementos de medición de ABET para cada indicador de rendimiento.
- Subir calificaciones al sistema después de crear el modelo de evaluación y verificar que el cálculo de las definitivas se guardaba de manera correcta para cada curso.
- La generación del reporte R para el curso, tomando los resultados de las evaluaciones que aportaban a los outcomes de ABET.

- Descargar los templates de las listas de calificaciones para cada curso con un modelo de evaluación.
- Guardar el análisis del profesor para el reporte R de cada outcome.
- Descargar el reporte R generado en formato de hoja de cálculo y verificar que los únicos campos que permitían edición en el documento protegido eran las descripciones de los indicadores de rendimiento y el análisis de resultados general.

De la sección administrativa se validó:

- Importar y modificar información de los profesores.
- Importar y modificar información de los cursos
- Consultar información de clases, cursos, profesores y clases que dicta cada profesor en el periodo activo.
- Cambio y creación de un nuevo periodo activo en la plataforma.
- CRUD de outcomes.
- CRUD de indicadores de rendimiento para cada outcome en cada nivel de bloom.
- CRUD de relaciones en la matriz de incidencia para los cursos y outcomes activos en el sistema.

En la validación final se tenía los pasos de la siguiente tabla.

Actividad	Tiempo (min)
Explicación de las tareas a realizar en el sistema.	10
Realización de las tareas en el sistema	20
Conversar con el participante para ver su percepción general.	5

**Tabla 10 Validación**

Las tareas que realizó cada usuario en la aplicación eran acordes al rol que asumía en esta, a excepción de las tareas de ingreso, que son compartidas para todos los usuarios. A continuación, se listan las tareas por rol, teniendo en cuenta que se tienen implementados el rol de profesor y de administrador. Hay que aclarar que la persona que validó el rol de administrador fue la directora de carrera.

### **8.1. Usuario**

1. Registrarse en ARepA soft
2. Acceder a ARepA soft

## 8.2. Profesor

Los profesores van a realizar una serie de tareas en el sistema:

Explorar y navegar a través de las vistas de:

1. Cursos
  - 1.1. Cursos Activos
  - 1.2. Clases
  - 1.3. Clases Activas
2. Crear y editar un Modelo de Evaluación.
3. Evaluar a los estudiantes de una clase.
4. Explorar y completar un reporte R de una clase.

## 8.3. Administrador

1. El administrador va a realizar una serie de tareas en el sistema:

- 1.1. Explorar y navegar a través de las vistas de:
  - 1.2. Cursos
  - 1.3. Cursos Activos
  - 1.4. Profesores
  - 1.5. Profesores Activas
  - 1.6. Clases
2. Crear, editar y eliminar un resultado de aprendizaje (Student Outcomes) con su descripción.

## 8.4. Validación con usuarios

En las conversaciones que se tuvieron, que es el tercer paso de la tabla, se dedujo que había una aceptación de la aplicación. Sin embargo, para plasmar de manera más objetiva, se realizó una encuesta a las personas que participaron en la validación final.

Esta fue diseñada teniendo en cuenta el paper “Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface,” para la formulación de las preguntas. En la mayoría de ellas, se creó una pregunta en que la respuesta estaba valorada con un número entre el 1-10, donde 10 es la mayor aceptación en el contexto de la pregunta. En los anexos se encuentran los resultados de las encuestas, que no bajan de una valoración de 7.

Hubo 2 preguntas con 7, 2 preguntas con una valoración de 8, 12 preguntas en 9 y 16 preguntas en 10. En otras palabras, el 50% de las preguntas en que se debía de valorar entre 1 a 10 estaba en 10, el 37.5 % estaban en 9, 6.5% estaban en 8 y 6.5% estaban en 7. Esto reafirma lo dicho antes, que se cumplió con lo esperado.

## VI – CONCLUSIONES

ARepA soft es una aplicación web que está implementada de acuerdo con las necesidades identificadas para apoyar el aseguramiento de la calidad y los procesos de ABET relacionados con los resultados, para el departamento de Ingeniería de Sistemas de la Pontificia Universidad Javeriana.

Para crear la aplicación web, se hizo un proceso de ingeniería de requerimientos. La documentación de los requerimientos obtenidos se encuentra en el SRS. Posteriormente se realizó el diseño de la aplicación web que está documentada en el SDD. Este diseño fue implementado y validado por los interesados German Chavarro y Mariela Curiel. De acuerdo a las encuestas realizadas, entrevistas personales con tres usuarios de prueba para la validación final, donde se obtuvo un alto nivel de satisfacción. Los usuarios validaron la funcionalidad general del sistema con énfasis en el reporte R y la medición de los resultados de aprendizaje para cada curso.

La muestra de usuarios es reducida debido a que requiere conocimiento detallado de la certificación ABET, sin embargo, debe ser ampliada a medida que se adopte el sistema y se hagan los respectivos incrementos en las futuras funcionalidades ya documentadas dentro de los requerimientos de usuario.

Durante la validación se identificó que es primordial la conexión entre la aplicación y el sistema de la Javeriana PeopleSoft con el fin de evitar la duplicidad de información.

En adición, se generó el manual de instalación, el manual de usuario, la memoria del trabajo de grado, el documento de reporte de pruebas y la documentación de las encuestas y entrevistas.

Los siguientes objetivos propuestos han sido cumplidos:

- Realizar el proceso de Ingeniería de Requerimientos de la aplicación web.
- Diseñar la aplicación web.
- Implementar la aplicación web basada en el diseño previamente realizado.
- Realizar la documentación del proceso de desarrollo de la aplicación web y manuales de la misma.
- Validar la aplicación web a través de pruebas de aceptación.

Para finalizar se debe mencionar que se espera que la aplicación reduzca significativamente la inconsistencia en la recolección de datos entre diferentes profesores y mejore los tiempos y la calidad de la información que se entrega a ABET para la acreditación.

## VII- TRABAJO FUTURO

El trabajo futuro que se puede implementar para dar continuidad a este proyecto es el siguiente:

- Ampliar la base de usuarios de prueba.
- Culminar la Implementación de todos los casos de uso restantes.
- Completar la integración directa entre la aplicación, peoplesoft y el directorio activo de la javeriana.
- Extender la funcionalidad del sistema para que puedan utilizarlo los cuatro departamentos de la Facultad de Ingeniería
- Terminar de implementar las funcionalidades del coordinador de outcome, como se especifica en los casos de uso relacionados.
- Configurar las conexiones LDAP para que ya no sea necesario crear usuarios dentro de la plataforma y se pueda autenticar a los usuarios que ya existen en el directorio activo de la Javeriana.
- Configurar las conexiones con PeopleSoft para que la información de cursos, profesores, listas de clases y estudiantes pueda ser obtenida directamente desde la plataforma de la universidad y no se requiera importar esta información desde los reportes generados en csv.
- Crear una sección para los estudiantes para que puedan acceder a la información de los cursos y verificar los resultados obtenidos acorde a las herramientas de evaluación y los outcomes de ABET.
- Crear la funcionalidad para poder administrar las pruebas académicas de los cursos.
- Implementar la generación de los reportes de outcome con la información que ya guarda la plataforma de los reportes R.
- Crear una sección para el representante de ABET que muestre graficas e informes de análisis de los resultados obtenidos utilizando la librería previamente instalada D3.

## XII- REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] “ABET | ABET accreditation.” [Online]. Available: <http://www.abet.org/>. [Accessed: 16-Jun-2017].
- [2] “ACCREDITATION POLICY AND PROCEDURE MANUAL,” 2016.
- [3] E. Martínez, “La evaluación de la educación superior,” *Evaluación y acreditación Univ. Metodol. y*, 1997.
- [4] “Council for Higher Education Accreditation.” [Online]. Available: <http://www.chea.org/>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [5] “Accreditation Criteria & Supporting Documents | ABET.” [Online]. Available: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [6] “Acreditación de programas pregrado - CNA.” [Online]. Available: <http://www.cna.gov.co/1741/article-186377.html>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [7] M. Curiel, G. Chavarro, and A. F. Ramírez, “Reunion Mariela y German Chavarro 2016,” 2016.
- [8] “Accreditation Policy and Procedure Manual (APPM), 2017 – 2018 | ABET.” [Online]. Available: <http://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/accreditation-policy-and-procedure-manual-appm-2017-2018/>. [Accessed: 19-Jun-2017].
- [9] M. Lucía and P. Monroy, “Proceso de Acreditación Internacional en la Facultad de Ingeniería.”
- [10] S. Ambler and M. Lines, “Disciplined agile delivery: A practitioner’s guide to agile software delivery in the enterprise,” 2012.
- [11] *Introduction to DAD*. 2012.
- [12] K. Lyytinen, P. Loucopoulos, and J. Mylopoulos, “Design Requirements Engineering: A Ten-Year Perspective: Design Requirements Workshop, Cleveland, OH, USA, June 3-6, 2007, Revised and Invited,” 2009.
- [13] L. Burge and R. Leach, “An advanced assessment tool and process,” *ACM Tech. Symp. Comput. Sci. ...*, 2010.
- [14] C. Liu and L. Chen, “Selective and objective assessment calculation and automation,” *Proc. 50th Annu. Southeast Reg.*, 2012.
- [15] J. Reed and H. Zhang, “A hierarchical framework for mapping and quantitatively assessing program and learning outcomes,” *Proc. 18th ACM Conf.*, 2013.
- [16] J. French and D. Larkins, “E-Assess: A Web-Based Tool for Coordinating and Managing Program Assessment,” *46th ACM Tech. Symp. Comput. ...*, 2015.
- [17] E. Martinez, “Carta para Universidad de los Andes,” Bogotá, 2016.
- [18] “Getting Started With FOSUserBundle(The Symfony Bundles Documentation).” [Online]. Available: <http://symfony.com/doc/current/bundles/FOSUserBundle/index.html>. [Accessed: 16-Jun-2017].

- [19] P. Wolfgang, "Design patterns for object-oriented software development," 1994.
- [20] D. Riehle, "Composite design patterns," *ACM SIGPLAN Not.*, 1997.
- [21] D. Hale, "Recursive gaussian filters," *CWP-546*, 2006.
- [22] R. R. García, "Grids Accesibles," Pontificia Universidad Javeriana.

## XIII – ANEXOS

**Nota:** para acceder a los anexos es necesario descargar el documento de Word en una versión de Microsoft Office 2010 o posterior, la versión en PDF no soporta la funcionalidad de Anexos de Office.

**1. Anexo 1. Reunión con los ingenieros Mariela y German 2016.**



Reunión Mariela y  
German

**2. Anexo 2. Reunión con German Chavarro 2016.**



Reunión con  
German

**3. Anexo 3. Entrevista Andrea 2017.**



Entrevista con  
Andres

**4. Anexo 4. Audio reunión Mariela y German.**



Reunión Mariela y  
German

**5. Anexo 5. Audio reunión German**



Reunión German

**6. Anexo 6. Carta a Universidades**



Carta Universidades

**7. Anexo 7. Correo Respuesta de Universidad de los Andes.**

Respuesta Andes

**8. Anexo 8. Correo Respuesta de Universidad EAN.**

Respuesta EAN

**9. Anexo 9. Casos de uso AREPASoft**

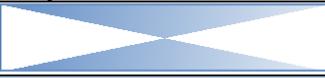
Casos de Uso

**10. Anexo 10. Resultados de encuestas**Resultados  
Encuestas**11. Anexo 11. Resultados encuestas de validación.**

<b>Fecha de la encuesta</b>	2017/05/19 2:15:48 PM MDT	
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	
Buen Sistema		10
Fácil Sistema		9
Sistema Satisfactorio		9
Las letras en la pantalla de la computadora		10
La organización de la información en la pantalla		9
La secuencia de las pantallas		9
Comentarios adicionales sobre las pantallas de la aplicación:	Algunas pantallas aún no funcionan bien.	
Uso de terminología en el sistema		7
¿La terminología usada está relacionada con la tarea que se realiza?		8
La posición de los mensajes en la pantalla		9
El sistema informa sobre lo que está realizando		9
Mensajes de error		9

Comentarios adicionales sobre los términos e información en la aplicación:	Revisar terminología con respecto a lo que se emplea en el Departamento
Aprender a usar el sistema	10
Las tareas se pueden realizar sin complicaciones	9
Recordar nombres e instrucciones	10
Comentarios adicionales respecto al proceso de aprendizaje:	
La velocidad del Sistema	7
El sistema es confiable	8
Facilidad de uso de la aplicación según mi nivel de experiencia	10
¿Qué tan satisfecho está con la búsqueda de los cursos en la aplicación?	10
¿Le parece importante hacer la distinción entre cursos activos y todos los cursos en la aplicación?	10
¿Qué tan satisfecho está con la búsqueda de las clases en la aplicación?	10
¿Qué tan importante le parece la distinción entre clases activas y todas las clases en la aplicación?	10
¿Qué tan satisfecho está con la creación y edición de un modelo de evaluación relacionado a los resultados de aprendizaje ( <i>Student Outcomes</i> ) en la aplicación?	9
¿Qué tan útil considera poder copiar las notas de un Excel en la aplicación?	10
¿Qué tan útil es el reporte R que genera la aplicación?	10
Si ocurrió un bug, describa el bug que se le presentó.	No aparecían las pantallas del tutorial según lo establecido
Comentarios adicionales	En general me parece que la interfaz es adecuada y el sistema cumple con lo que se esperaba

**Tabla 11 Validación resultados para profesores**

Fecha de la encuesta	2017/05/19 2:18:53 PM MDT
Pregunta	Respuesta
¿Qué tan satisfecho está con la gestión de los cursos?	 9
¿Qué tan importante le parece la distinción entre cursos activos y todos los cursos en la aplicación?	 10
¿Qué tan satisfecho está con la gestión de los profesores en la aplicación?	 9
¿Qué tan importante le parece la distinción entre profesores activos y todos los profesores en la aplicación?	 10
¿Qué tan satisfecho está con la búsqueda de todas las clases en la aplicación?	 10
¿Qué tan satisfecho está con la gestión de las descripciones de los outcomes en la aplicación?	 10
¿Qué tan satisfecho está con la gestión de los indicadores de desempeño de los outcomes en la aplicación?	 9
¿Qué tan satisfecho está con la gestión de la matriz de incidencia en la que se observan los cursos, indicando los outcomes a los que aporta con su respectivo nivel de bloom?	 10
Si ocurrió un bug, describa el bug que se le presentó.	
Comentarios adicionales	Se nota que el sistema entiende adecuadamente las necesidades buscadas para el proceso de calidad

**Tabla 12 Validación de resultados para Administrador**