

Ingeniería de Requisitos Aplicada a un Sistema de Información Estadístico de Apoyo a los
Procesos de Calidad Académica en la Universidad de Boyacá

Diana Lizbeth Avella Puerto

Universidad de Boyacá
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sistemas
Tunja
2021

Ingeniería de Requisitos Aplicada a un Sistema de Información Estadístico de Apoyo a los
Procesos de Calidad Académica en la Universidad de Boyacá

Diana Lizbeth Avella Puerto

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniera de Sistemas

Directora
Clara Patricia Avella Ibáñez
Ingeniera de Sistemas

Universidad de Boyacá
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sistemas
Tunja
2021

Nota de aceptación:

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Tunja, 09 de noviembre de 2021

“Únicamente el graduando es responsable de las ideas expuestas en el presente trabajo”.
(Universidad de Boyacá. Acuerdo 958 del 30 de marzo de 2017, Artículo décimo primero).

El presente trabajo de grado está dedicado principalmente a mi familia por haber sido un gran apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria. En segunda instancia a todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación profesional y personal.

Agradecimientos

Mi profundo agradecimiento a todas las personas que me apoyaron y me incentivaron a la realización de este proyecto; gracias a los ingenieros del programa de Ingeniería de Sistemas porque gracias a sus enseñanzas puse en práctica los conocimientos aprendidos en este proyecto. Por último, a la Universidad de Boyacá, la cual me brindo los conocimientos y los recursos necesarios para realizar este proyecto.

Contenido

	Pág.
Introducción	16
1. Expectativas de los Usuarios del Sistema de Información Estadístico	17
1.1. Recolectar requerimientos	18
1.2. Clasificar requerimientos.....	19
1.3. Evaluar y racionalizar.....	20
1.4. Dar prioridad, integrar y validar.....	20
1.5. Evaluar y documentar la etapa de elicitación	21
2. Requisitos del sistema de información estadístico, por medio de diferentes diagramas de modelado	22
2.1. Plantear un modelo lógico	22
2.2. Documentos de análisis (DA)	22
2.2.1. Árbol de refinamiento funcional (FRT).....	22
2.2.2. Diagramas de casos de uso.	26
3. Requisitos del Sistema de Información Estadístico, por Medio de Diferentes Técnicas. 39	
3.1. Determinar el tipo de requerimiento.....	39
3.2. Documentar la especificación de requerimientos	39
4. Validación de Requerimientos	42
5. Conclusiones.....	43
6. Recomendaciones.....	44
Referencias.....	45
Anexos	46

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Árbol de refinamiento funcional	23
Tabla 2. Validación de los requisitos con las partes interesadas	42

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Listado Maestro de documentos y registros	18
Figura 2. Entrevistas Universidad de Boyacá	19
Figura 3. Formato de entrevistas	19
Figura 4. Formato de identificación de requerimientos	20
Figura 5. Formato de identificación de requerimientos	21
Figura 6. Diagrama de caso de uso general.....	28
Figura 7. Diagrama de caso de uso-gestión creación documentación	28
Figura 8. Diagrama de caso de uso-gestión formularios	29
Figura 9. Diagrama de caso de uso-gestión indicador	29
Figura 10. Diagrama de caso de uso-gestión informe final	30
Figura 11. Diagrama de caso de uso-gestión datos.....	31
Figura 12. Diagrama de caso de uso-gestión año académico	31
Figura 13. Diagrama de caso de uso-gestión periodo académico	32
Figura 14. Diagrama de caso de uso-gestión usuario.....	32
Figura 15. Diagrama de caso de uso-gestión tipo usuario.....	33
Figura 16. Diagrama de caso de uso-gestión llenado formulario.....	33
Figura 17. Diagrama de caso de uso-gestión datos históricos.....	34
Figura 18. Diagrama de caso de uso-gestión vinculación sistemas de información	34
Figura 19. Diagrama de caso de uso-gestión etapa.....	35
Figura 20. Diagrama de caso de uso-gestión personas.....	35
Figura 21. Diagrama de caso de uso-gestión cargos o roles.....	36
Figura 22. Diagrama de caso de uso-gestión permiso.....	36
Figura 23. Diagrama de caso de uso-gestión información básica	37
Figura 24. Diagrama de caso de uso-gestión sedes.....	37
Figura 25. Diagrama de caso de uso-gestión dependencia	37
Figura 26. Diagrama de caso de uso-gestión facultades.....	38
Figura 27. Diagrama de caso de uso-gestión programa académico	38
Figura 28. Documento final etapa de especificación de requerimientos	40

Figura 29. Documento final etapa de especificación de requerimientos-Normativas..... 40

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Anteproyecto.....	47
Anexo B. Listado maestro de documentos y registros	102
Anexo C. Videos entrevistas (archivo adjunto en CD ROM).....	114
Anexo D. Formato entrevista (archivo adjunto en CD ROM).....	115
Anexo E. Documento final de etapa de elicitación de requerimientos	116
Anexo F. Diagramas de caso de uso (archivo adjunto en CD ROM).....	289
Anexo G. Documento final etapa de especificación de requerimientos	290
Anexo H. Documento final etapa de especificación de requerimientos-normativas	332
Anexo I. Formato de control del cambio	334

Glosario

Árbol de refinamiento funcional (ARF): permite jerarquizar las funciones del sistema; representa la organización y clasificación de los servicios que brinda de acuerdo a las dependencias de cada función.

Checklist: instrumento implementado para ordenar los requisitos por área o dependencia en la primera etapa de la metodología, y posteriormente, clasificarlos en funcionales y no funcionales en la tercera etapa de la metodología.

Declaración de aceptación formal: tabla de aceptación y aprobación de los stakeholders sobre los requisitos establecidos.

Diagramas de caso de uso: representación gráfica del comportamiento del sistema de software y su interacción con los actores del sistema.

Id requisito: es la identificación única de cada requisito, fácil recordación para su futura referencia.

Listado maestro de documentos y registros: es el listado que controla y mantiene la información documentada de formatos y los resultados obtenidos como evidencia de las actividades.

Documentación de requerimientos centrada en el usuario (DoRCU): es la metodología implementada para el desarrollo del proyecto.

Nombre del formato: es la identificación única del formato identificado como el consecutivo de la dependencia, seguido de una letra que identifica la etapa, y el consecutivo de formato.

Documento de normativas: es un documento que presenta un listado de reglas que describen el cumplimiento de las buenas prácticas de desarrollo de software y leyes del estado colombiano.

Peer review (revisión por pares): esta técnica se implementa para hacer una evaluación y revisión de los requisitos presentados.

Requisitos funcionales: tipo de requerimiento que representa los servicios o funciones que debe cumplir el sistema de información.

Requisitos no funcionales: tipo de requisito que representan las restricciones o limitaciones sobre las funciones específicas que ejecuta o debe realizar el sistema de información.

Sistema de información estadístico: es el sistema de información estadístico para procesos de calidad de la Universidad de Boyacá el cual es el objeto de estudio en el presente proyecto.

Stakeholders: se implementa esta técnica para hacer un análisis y revisión de los requisitos presentados con el grupo de interés del proyecto.

Tabla de control del cambio: contiene los registros de cambios realizados en los diferentes documentos, junto con su fecha y versión los cuales están ordenados por dependencia.

Técnica de MoSCoW: es una técnica implementada para realizar priorización de requisitos, cuyo acrónimo significa:

Must (obligatorio). requisitos totalmente imprescindibles que tienen que estar incluidos.

Should (de alta prioridad). requisitos que son requisitos importantes y de gran valor para el sistema de información.

Could (preferido, pero no necesario). requisitos que podrían incluirse si no afecta a nada más.

Won't (puede ser pospuesto y sugerido para una futura ejecución). requisitos que no se implementarán en la fase que se está planteando, pero se pueden integrar en el futuro.

Lenguaje de Modelado Unificado (UML): permiten realizar una representación gráfica de cómo se comporta el sistema de software y como es la interacción entre los actores del programa.

Resumen

Avella Puerto, Diana Lizbeth

Ingeniería de requisitos aplicada a un sistema de información estadístico de apoyo a los procesos de calidad académica en la Universidad de Boyacá / Diana Lizbeth Avella Puerto. - - Tunja : Universidad de Boyacá, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2021.

341 p. : il. + 1 CD ROM. - - (Trabajos de Grado UB, Ingeniería de Sistemas ; n°.)

Trabajo de Grado (Ingeniera de Sistemas). - - Universidad de Boyacá, 2021.

El proyecto planteado en este documento busca implementar ingeniería de requerimientos a un sistema de información estadístico para el apoyo a los procesos de calidad académica en la Universidad de Boyacá, a partir de la identificación de las expectativas de los usuarios, gracias a diferentes técnicas de recolección de información que llevan a plasmar los requisitos del sistema de información estadístico, por medio de diferentes diagramas de modelado. Posteriormente se clasifican los requisitos del sistema de información estadístico, por medio de diferentes técnicas y se validan con diferentes técnicas con la participación de las partes interesadas.

Este proyecto tiene como objetivo principal identificar los requisitos del sistema de información estadístico, requeridos para procesos de calidad académica de la Universidad de Boyacá.

La metodología que se implementa para desarrollar en este proyecto es la documentación de requerimientos centrada en el usuario (DoRCU), la cual está conformada por las siguientes etapas: elicitación de requerimientos, análisis de requerimientos, especificación de requerimientos y finalmente validación de los requerimientos que son concordantes con los objetivos específicos para dar cumplimiento al objetivo principal.

Como resultado del trabajo realizado, se puede concluir que la etapa de análisis de requerimientos de desarrollo de un software es una de las etapas más importantes dentro del proceso de desarrollo de software ya que permite identificar las verdaderas necesidades que tiene el usuario con respecto al sistema de información que se desea desarrollar.

Introducción

El propósito general del proyecto que se propone en este documento es identificar los requisitos del sistema de información estadístico requerido para procesos de calidad académica de la Universidad de Boyacá. La característica principal es el planteamiento de los diferentes aspectos para tener en cuenta con el fin de determinar los requisitos relevantes del sistema de información.

Para analizar esta problemática se identifica que, la principal causa es que la Universidad de Boyacá no cuenta con un sistema de información que maneje la información estadística requerida para los procesos de autoevaluación que se realizan en los programas y a nivel institucional.

El motivo por el cual se desarrolla este proyecto es resolver el problema planteado, se identifica la necesidad de contar con un sistema informático que permita gestionar la información estadística de las diferentes dependencias internas, de manera tal, que se proyecta desarrollar la primera etapa del sistema con un proyecto que identifique los requisitos del Sistema de Información Estadístico para procesos de calidad académica.

El presente proyecto está estructurado de la siguiente forma: Primero se identifican las expectativas de los usuarios del sistema de información estadístico a través de diferentes técnicas de recolección de información. Segundo, se plasman los requisitos del sistema de información estadístico, por medio de diferentes diagramas de modelado. Después, se clasifican los requisitos del sistema de información estadístico, por medio de diferentes técnicas. Por último, se validan los requisitos con diferentes técnicas de validación que implican la participación de las partes interesadas.

1. Expectativas de los Usuarios del Sistema de Información Estadístico

En la actualidad la información del sistema de información estadístico se recolecta a través del diseño y creación de tablas en Excel, las cuales se entregan a diferentes dependencias administrativas y académicas semestralmente para recolectar información y posteriormente se procesa para generar estadísticas. Debido a esto, se identifica la necesidad de contar con un sistema informático que permita gestionar la información estadística de las diferentes dependencias internas, de manera tal, se proyecta desarrollar la primera etapa del sistema con un proyecto que identifique los requisitos del Sistema de Información Estadístico para procesos de calidad académica.

Para el desarrollo del proyecto se implementa la metodología documentación de requerimientos centrada en el usuario (DoRCU) propuesta en el anteproyecto (anexo A), está conformada por las siguientes etapas: elicitación de requerimientos, análisis de requerimientos, especificación de requerimientos y finalmente validación de los requerimientos que son concordantes con los objetivos específicos para dar cumplimiento al objetivo principal las cuales se presentan a continuación:

Se presenta a continuación el desarrollo de la primera etapa propuesta en la metodología del proyecto.

En esta etapa se realizó el listado maestro de documentos y registros con el objetivo de organizar los formatos realizados y definir las abreviaturas implementadas, de esta forma se tiene mayor entendimiento de la información presentada. En la figura 1 se muestra el listado maestro de documentos y registros del sistema de información, se visualiza con más detalle en el anexo B.

	LISTADO MAESTRO DE DOCUMENTOS Y REGISTROS	Formato: MD 000 Fecha: 22/08/2021 Versión: 0
Control de documentos y registros		

Listado maestro de documentos y registros MD 000

Lista de requerimientos normativos del sistema de información estadístico 999 0001

División de Planeación y Acreditación

Elicitación de requerimientos-Formatos Entrevistas

Formato entrevista 1A-0001

Formato final requisitos 1A-0002

Formato Control de Cambio 1A-0003

Elicitación de requerimientos-Formatos Requerimientos

Tabla control cambio de requisitos 1B-0003

Documento final etapa elicitación de requerimientos 1B-0001

Especificación de requerimientos

Lista de clasificación de requerimientos formato final requisitos 1C-0002

Formato Control de Cambio 1C-0003

Figura 1. Listado Maestro de documentos y registros, fuente: Elaboración propia

1.1. Recolectar requerimientos

Esta etapa permitió obtener las necesidades de los usuarios a través de diferentes herramientas de recolección de datos implementadas como lo fue el análisis de documentos, observación y entrevistas para finalmente obtener las expectativas de los usuarios.

Se realizó un análisis de los 27 documentos de Excel existentes, que se distribuyen para su diligenciamiento en las diferentes dependencias académicas y administrativas de la Universidad de Boyacá, con el objetivo de tener un primer acercamiento de la información requerida para el sistema de información estadístico. Posteriormente, se realizaron 27 entrevistas a los directivos y delegados pertenecientes a las dependencias académicas y administrativas de la Universidad de Boyacá como se observa en la figura 2. En el anexo C (medio digital) se presentan los videos de las entrevistas realizadas.

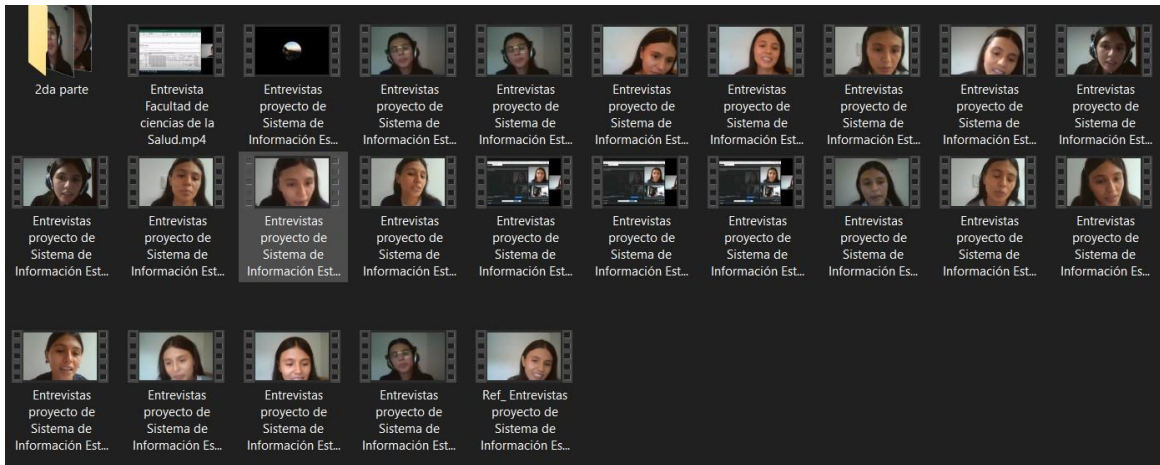


Figura 2. Entrevistas Universidad de Boyacá, fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se revisó y analizó cada entrevista y se plasmaron las respuestas puntuales en el formato realizado en Excel, como se observa en la figura 3, se pueden visualizar con más detalle en el anexo D (medio digital).

Formato 20A-0001	Fecha de entrevista:	30 de Julio de 2021									
Nombre de la dependencia:	Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales	Nombre y cargo:	Olga Sofía Morroite Gonzalez Directora de Postgrados de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales Hector Oswaldo Pinilla Jerez Director de Programa de Derecho Ciencias Políticas								
Preguntas Encuesta->	De la información que reporta en los formatos de Excel (¿Alguna es extraída de algún sistema informático?)	¿Los datos que reporta en el formato Excel están almacenados en alguna Base de datos o son extraídos de documentos físicos?	¿Quién reporta la información solicitada en los formatos Excel requeridos para SIE?	¿Cuál es el procedimiento de su dependencia para registrar la información solicitada actualmente en los formatos Excel requeridos para el SIE?	¿Qué dificultades ha tenido para reportar y mantener actualizados los formatos requeridos para el SIE?	¿Quiénes manejan o tiene acceso a esta información? Actores del sistema	¿La información puede ser modificada o eliminada y quien puede hacerlo (administrador o usuarios)?	Existen datos que dependan de otros datos para ser ingresados? ¿Cuáles son?	¿Cuáles son los límites impuestos por el tiempo y la carga de trabajo?	¿Quiénes emplean la información resultante?	Funcionales
Respuestas Encuesta->	La mayor parte de la información es extraída de documento físicos y de hechos o acontecimientos ocurridos. Algunos de los datos son obtenidos del SIUB.	La mayor parte de la información es extraída de documento físicos y de hechos o acontecimientos ocurridos.	La información es reportada por los Directores de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.	La DIRA envía las tablas a la directora de la facultad quien se encarga de enviarla a los diferentes directores, posteriormente se analizan y se procede a buscar donde esta la fuente de la información, solicitando la información de forma rudimentaria.	Si, es difícil encontrar información histórica. Es difícil recordar o obtener datos realizados en años anteriores. Se repite la información en varios formatos solicitados por la universidad.	Para el acceso a la información solamente tiene acceso la decana de la facultad y los directores de cada programa de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.	La información si se puede modificar o eliminar en el período que se solicita. Únicamente por lla decana de la facultad y los directores de cada programa de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales.	Si, existen algunos datos que realizan cálculos y estadísticas según la necesidad se genera el informe.	La premura del tiempo, no se logra muchas veces enviar la información completa.	La facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales y contables y la División de Planeación y Acreditación, las facultades.	

Figura 3. Formato de entrevistas, Elaboración propia

1.2. Clasificar requerimientos

Se clasificaron los requisitos superficialmente a través de la herramienta checklist para obtener una lista de los requisitos por áreas y dependencias; esta etapa se realizó de manera analítica junto con la creación de los requisitos del anexo D.

1.3. Evaluar y racionalizar

Se realizaron de manera superficial la evaluación, la coherencia y la necesidad objetiva de los requisitos respondiendo a la pregunta ¿Por qué necesita X requerimiento? para determinar si es un requerimiento o si es un falso requerimiento; esta etapa se realizó de manera analítica junto con la creación de los requisitos del anexo D.

1.4. Dar prioridad, integrar y validar

Se clasificaron los requisitos dando un orden de prioridades a través de los resultados identificados en la técnica MoSCoW.

Se realizó la creación de formatos en Excel por cada dependencia para la identificación de los requisitos, en la cual se asignó una identificación única a cada requerimiento, nombre o función del requerimiento, y se clasificaron los requisitos dando un orden de prioridades utilizando el método MoSCoW, como se observa en la figura 4, se pueden visualizar con más detalle en el anexo D (medio digital).

Formato 1A-0002		Documento final etapa elicitación de requerimientos: Lista de requerimientos del sistema de información estadístico.	Fecha: 12 de julio de 2021	Origen
ID requisito	Clasificación de dependencia	Nombre o función del requerimiento	El método MoSCoW Prioridad	
001DIPA	División de Planeación y Acreditación	El sistema debe parametrizar permisos a los diferentes roles del sistema, para el acceso, control de la información. Así como también, permitir modificar o no los datos históricos.	Must – obligatorio	DIPA
002DIPA	División de Planeación y Acreditación	El sistema debe permitir realizar cálculos necesarios en ítems o indicadores solicitados de acuerdo a los formatos de las dependencias.	Should – de alta prioridad	DIPA
003DIPA	División de Planeación y Acreditación	Sincronización con el Centro de Información Estadístico de Recursos Humanos(CIERH) en la medida de las posibilidades.	Should – de alta prioridad	DIPA

Figura 4. Formato de identificación de requerimientos, fuente: Elaboración propia

1.5. Evaluar y documentar la etapa de elicitación

Se elaboró una documentación final de la etapa plasmó las expectativas de los usuarios del sistema de información estadístico, la cual fue recolectada a través de diferentes técnicas de recolección. Finalmente se plasmaron los requisitos del sistema de información estadístico teniendo en cuenta las expectativas de los usuarios.

Se realizó la creación de documentación final en formatos de Word de la etapa de elicitación de requerimientos, en la cual se asignó la identificación del requerimiento, nombre, prioridad, descripción a detalle identificando el tipo de dato de cada uno de los requisitos por dependencia y finalmente las restricciones de los mismos como se observa en la figura 5, se pueden visualizar con más detalle en el anexo E.

Requerimiento: 001DIRH
Nombre: Capturar y almacenar el porcentaje de estudiantes que evalúan a los docentes por periodo académico.
Prioridad: <u>Should</u> – de alta prioridad
<p>Descripción:</p> <p>Se requiere que el sistema permita capturar y almacenar el porcentaje de estudiantes que evalúan a los docentes por periodo académico, para posteriormente generar reporte que contenga la siguiente información:</p> <p>Encabezados:</p> <p>Dependencia Responsable (combo, texto) Sede (combo, texto) Indicador Nombre (alfanumérico) Descripción (texto)</p> <p>Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sede (combo, texto) ✓ Año (numérico) ✓ Periodo académico (numérico) ✓ Número de estudiantes que evaluara a los docentes (numérico) ✓ Número total de estudiantes en el periodo (numérico) ✓ Porcentaje de participación (calculado - porcentaje)
<p>Controles y restricciones:</p> <p>Estandarizar los tipos de datos según lo indicado. Debe permitir ingresar más datos para la solicitud de la información. Debe permitir ingresar esta información por cada sede de la universidad.</p>

Figura 5. Formato de identificación de requerimientos, fuente: Elaboración propia

2. Requisitos del Sistema de Información Estadístico, por Medio de Diferentes Diagramas de Modelado

Se presenta a continuación el desarrollo de la segunda etapa propuesta en la metodología del proyecto.

En esta etapa se realizó la construcción de diferentes modelos para modelado de la información recolectada, se transformó en una estructura preliminar con el objetivo de organizar la información. Se adjunta los modelos en el anexo F (medio digital).

2.1. Plantear un modelo lógico

Se construyó un modelo del problema en términos de diagramas para modelado; entre las cuales se realizó el árbol de refinamiento funcional (ARF) y diagramas de caso de uso.

2.2. Documentos de análisis (DA)

En esta etapa se plasma la documentación de las etapas anteriores para ser validadas y aprobadas por revisión de pares y stakeholders.

2.2.1. Árbol de refinamiento funcional (FRT).

En la tabla 1 se presenta la elaboración del árbol de refinamiento funcional del sistema de información estadístico. Proponiendo los siguientes grupos funcionales junto con sus subgrupos funcionales.

Tabla 1
Árbol de refinamiento funcional

Grupo funcional	Subgrupo funcional	Función
1. Gestión Creación Documentación	1.1 Gestión Formularios	1.1.1 Crear Formulario
		1.1.2 Modificar Formulario
		1.1.3 Habilitar Formulario
		1.1.4 Deshabilitar Formulario
		1.1.5 Vincular Dato
		1.1.5 Calcular Dato Formulario
		1.1.6 Vincular Indicador
		1.1.7 Asignar Dependencia
		1.1.8 Guardar Información
		1.1.9 Asignar Etapa
	1.1.10 Asignar Sede	
	1.2 Gestión Datos	1.2.1 Crear Dato
		1.2.2 Modificar Dato
		1.2.3 Deshabilitar Dato
		1.2.4 Habilitar Dato
		1.2.5 Vincular año
		1.2.6 Vincular periodo académico
		1.2.7 Vincular programa académico
		1.2.8 Vincular facultad
		1.2.9 Vincular otro
1.3 Gestión Indicador	1.3.1 Crear Indicador	
	1.3.2 Modificar Indicador	
	1.3.3 Habilitar Indicador	
	1.3.4 Deshabilitar indicador	
1.4 Gestión Informes Finales	1.4.1 Crear Informe Final	
	1.4.2 Modificar Informe Final	
	1.4.3 Eliminar Informe Final	
	1.4.4 Descargar Informe Final	

Grupo funcional	Subgrupo funcional	Función
		1.4.5 Vincular Información Formato
		1.4.6 Vincular Formulario
		1.4.7 Generar Estadísticas
		1.4.8 Vincular Funcionario
		1.4.9 Consultar Informe final
2. Gestión Diligenciamiento Formato	2.1 Gestión Llenado Formato	2.1.1 Crear Información
		2.1.2 Modificar Información
		2.1.3 Asignar Funcionario
		2.1.4 Filtrar información
		2.1.5 Calcular dato formato
3. Gestión Proceso	3.1 Gestión Etapa	3.1.1 Crear Etapa
		3.1.2 Modificar Etapa
		3.1.3 Asignar Periodo
		3.1.4 Asignar Validación Etapa Periodo
		3.1.5 Asignar Año
4. Gestión Periodos		4.0.1 Crear Periodo
		4.0.2 Habilitar Periodo
		4.0.3 Deshabilitar Periodo
5. Gestión Personas	5.1 Gestión Funcionarios	5.1.1 Crear Funcionario
		5.1.2 Modificar Funcionario
		5.1.3 Habilitar Funcionario
		5.1.4 Deshabilitar Funcionario
		5.1.5 Asignar Cargo
		5.1.6 Asignar Usuario
	5.2 Gestión Cargos o Roles	5.2.1 Crear Cargo
		5.2.2 Modificar Cargo
		5.2.3 Eliminar Cargo
		5.2.4 Asignar Permiso
		5.2.5 Asignar Dependencia

Grupo funcional	Subgrupo funcional	Función
		5.2.6 Habilitar cargo
		5.2.7 Deshabilitar cargo
		6.1.1 Crear Programa Académico
		6.1.2 Modificar Programa Académico
	6.1 Gestión Programa	6.1.3 Asignar Facultad
		6.1.4 Habilitar Programa Académico
		6.1.5 Deshabilitar Programa Académico
		6.2.1 Crear Dependencia
	6.2 Gestión Dependencias	6.2.2 Modificar Dependencia
		6.2.3 Habilitar Dependencia
		6.2.4 Deshabilitar Dependencia
		6.2.5 Asignar Sede
6. Gestión Información Básica		6.3.1 Crear Sede
	6.3 Gestión Sedes	6.3.2 Modificar Sede
		6.3.3 Habilitar Sede
		6.3.4 Deshabilitar sede
		6.4.1 Crear Facultad
		6.4.2 Modificar Facultad
	6.4 Gestión Facultad	6.4.3 Habilitar Facultad
		6.4.4 Deshabilitar Facultad
		6.4.5 Asignar Sede
		7.0.1 Crear Año Académico
7. Gestión Año Académico		7.0.2 Deshabilitar Año Académico
		7.0.3 Habilitar Año Académico
		8.0.1 Crear Permiso
8. Gestión Permisos		8.0.2 Modificar Permiso
		8.0.3 Eliminar Permiso
		9.0.1 Crear Datos Históricos
9. Gestión Datos Históricos		9.0.2 Modificar Datos Históricos

Grupo funcional	Subgrupo funcional	Función
		9.0.3 Habilitar Datos Históricos
		9.0.4 Deshabilitar Datos Históricos
		9.0.5 Consultar Información Histórica
		10.0.1 Crear Usuario
		10.0.2 Modificar Usuario
		10.0.3 Deshabilitar Usuario
		10.0.4 Habilitar Usuario
		10.0.5 Asignar Tipo Usuario
		10.0.6 Asignar Funcionario
10. Gestión Usuario		10.1.1 Crear Tipo Usuario
	10.1 Tipo	10.1.2 Modificar Tipo Usuario
	Usuario	10.1.3 Habilitar Tipo Usuario
		10.1.4 Deshabilitar Tipo Usuario
		11.0.1 Crear Vinculación
		11.0.2 Modificar Vinculación
11. Gestión Vinculación Sistemas Información		11.0.3 Eliminar Vinculación
		11.0.4 Deshabilitar Vinculación
		11.0.5 Habilitar Vinculación

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Diagramas de casos de uso.

A continuación, se describe el conjunto de todos los diagramas de casos de uso creados a partir del árbol de refinamiento funcional.

Diagramas de casos de uso general. Los grupos funcionales gestión creación documentación, gestión año académico, gestión periodos, gestión usuario, gestión diligenciamiento formato, gestión datos históricos, gestión información básica, gestión vinculación sistemas información, gestión proceso, gestión personas y gestión permisos son

los nodos del nivel superior del árbol de refinamiento funcional los cuales se plasman en el diagrama como paquetes; por consiguiente, se identificaron 4 actores de dominio del problema principales: usuario, administrador, usuario final directo, usuario gerente y alto ejecutivo, usuario final indirecto. los otros usuarios son propuestos para tenerlos en cuenta en la siguiente etapa de desarrollo del sistema de información. Estos elementos se muestran en el diagrama de la figura 6.

Usuario final directo. Este usuario crea, asigna los formularios a las diferentes dependencias y realiza el seguimiento de la información de los formularios puesto que, estos usuarios pertenecen al área encargada de recolectar toda la información del sistema de información estadístico. Así como también; se encarga de establecer los periodos para el diligenciamiento de los mismos.

- Director de la División de Planeación y Acreditación
- Profesional de la División de Planeación y Acreditación

Usuario directivo dependencias. Se encarga de diligenciar los diferentes formularios y notificar al usuario operativo los funcionarios que tienen acceso a la información para su diligenciamiento.

- Decanos de las facultades
- Directores de las dependencias

Usuario final indirecto. Se encarga de diligenciar los diferentes formularios.

- Directores de programas académicos
- Funcionarios autorizados

Usuario administrador. Este usuario puede cambiar la configuración, permisos a los usuarios, gestionan la información, permisos de visualización de los formularios, entre otros.

Usuario operativo. Son responsables de acceder a la información y tener la capacidad de distribuir dicha información a las diferentes funcionarios y usuarios.

Usuario analista del sistema. Es el responsable de diseñar nuevas soluciones, modificar, mejorar o adaptar sistemas existentes e integrar nuevas funciones o mejoras con el fin de mejorar el sistema.

Usuario programador. Encargado del desarrollo del sistema.

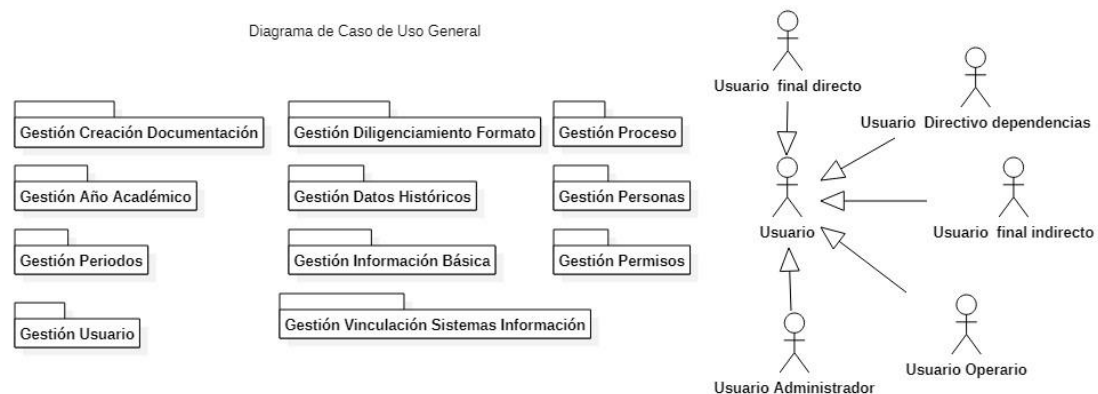


Figura 6. Diagrama de caso de uso general, fuente: Elaboración propia

Gestión creación documentación. Describe el proceso de creación de documentos para ser posteriormente diligenciados en las diferentes dependencias académicas y administrativas. Finalmente, revisadas por la División de Planeación y Acreditación para su análisis en el diagrama de la figura 7. Los subgrupos funcionales son: gestión formularios, gestión indicadora, gestión informes finales y gestión datos, los cuales son representados como paquetes UML.

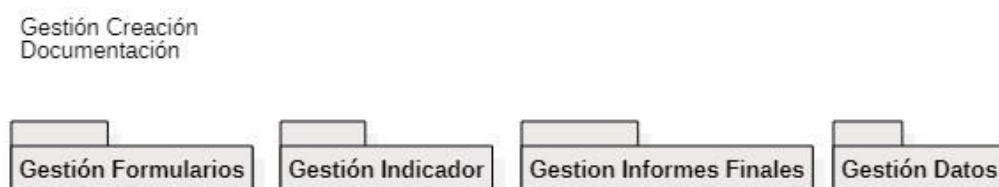


Figura 7. Diagrama de caso de uso-gestión creación documentación, fuente: Elaboración propia

Gestión de formularios. Este módulo permite realizar la administración de los formularios permitiéndose crear de manera flexible los formularios vinculando datos según las necesidades requeridas en el sistema para la solicitud de información estadística para el proceso de autoevaluación con fines de acreditación institucional. El administrador y el usuario final son los responsables del caso de uso que se muestra en la figura 8.

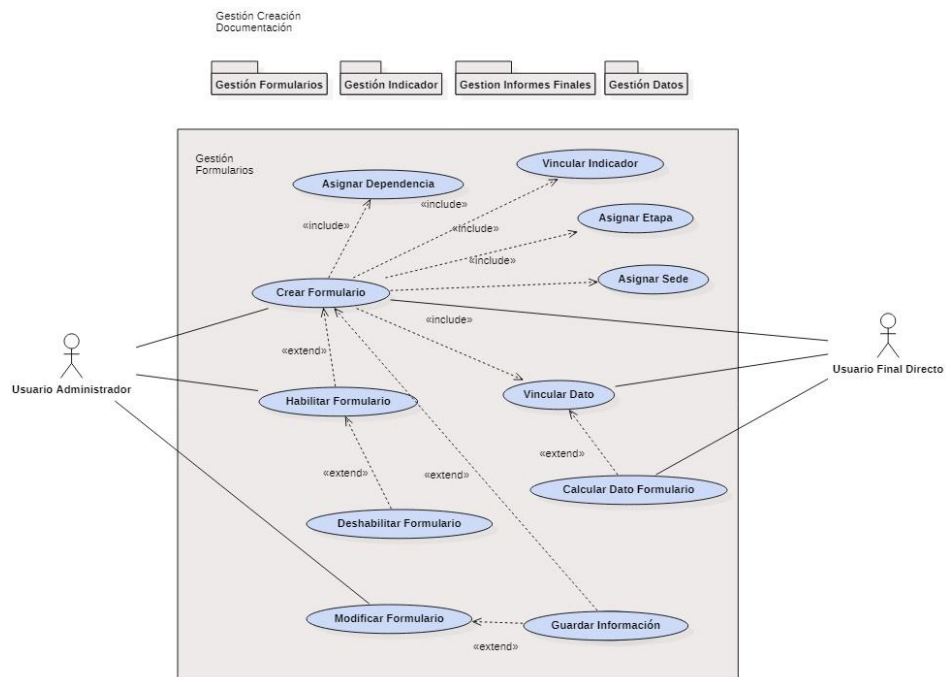


Figura 8. Diagrama de caso de uso-gestión formularios, fuente: Elaboración propia

Gestión de indicador. Este submódulo permite realizar el manejo de los indicadores requeridos para el proceso de autoevaluación con fines de acreditación institucional. El administrador y el usuario final son los responsables del caso que se muestra en la figura 9.

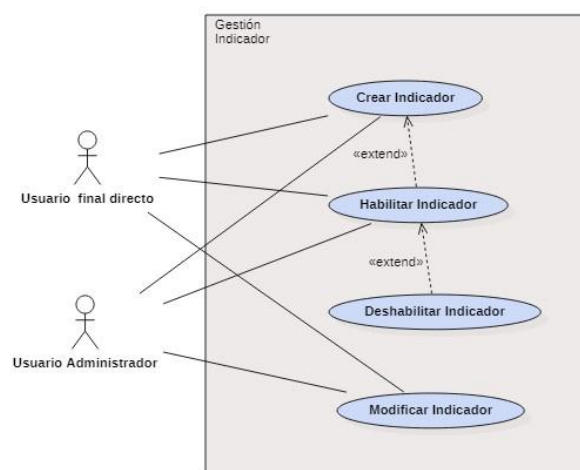


Figura 9. Diagrama de caso de uso-gestión indicador, fuente: Elaboración propia

Gestión de informes finales. Este módulo permite llevar el control de la generación de reportes finales los cuales son parametrizables de acuerdo a los datos o graficas requeridas. Los

usuarios que interactuarán con este módulo son: usuario final directo, usuario final indirecto, usuario gerente y alto ejecutivo de acuerdo a los permisos realizados por el usuario operario responsable del caso de uso que se muestra en la figura 10.

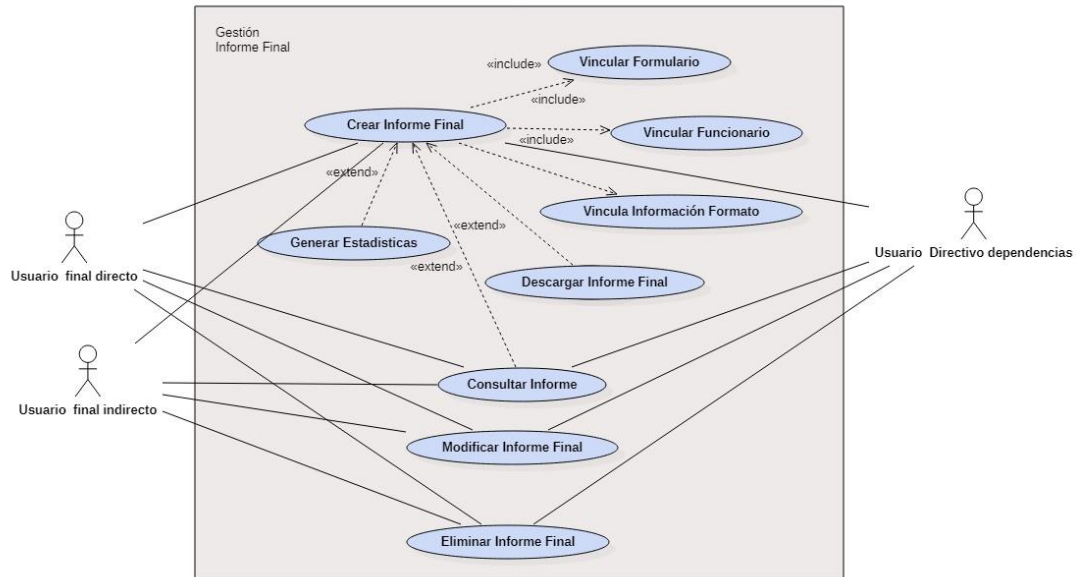


Figura 10. Diagrama de caso de uso-gestión informe final, fuente: Elaboración propia

Gestión de datos. Este subgrupo permite realizar la creación y administración de datos según las necesidades requeridas en el sistema para la solicitud de información estadística para el proceso de autoevaluación con fines de acreditación institucional. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 11.

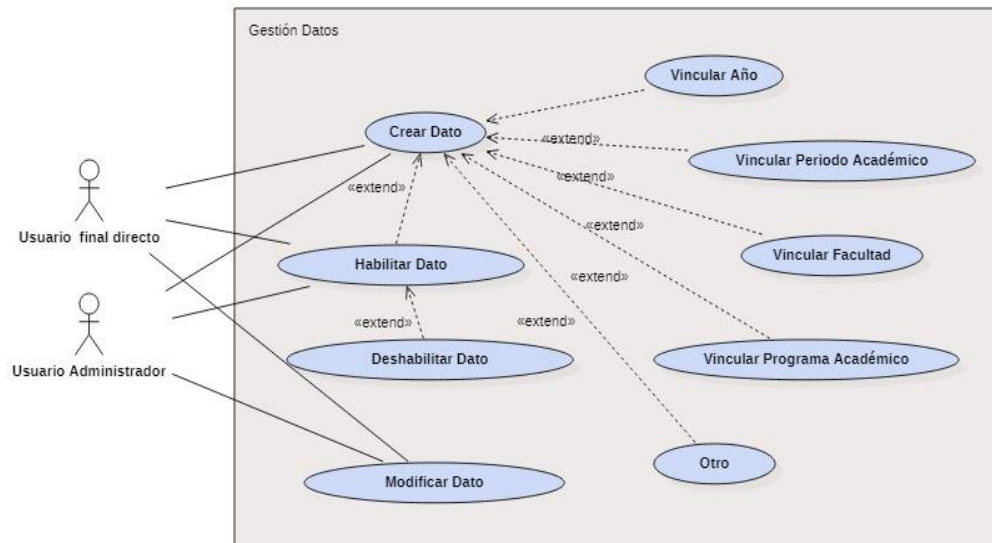


Figura 11. Diagrama de caso de uso-gestión datos, fuente: Elaboración propia

Gestión año académico. Este módulo permite llevar un control y registro de todos los años académicos con el objetivo de tener información histórica y filtrar información si se requiere. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 12.

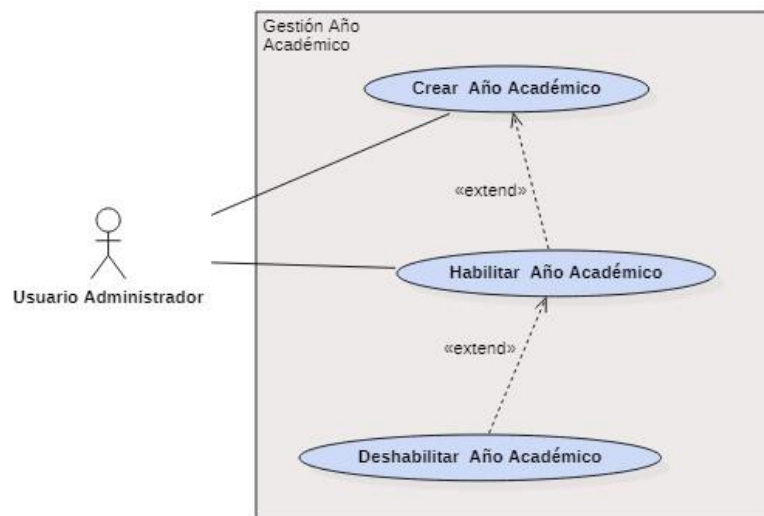


Figura 12. Diagrama de caso de uso-gestión año académico, fuente: Elaboración propia

Gestión periodos. Este módulo permite llevar un control y registro de todos los periodos académicos con el objetivo de tener información histórica y filtrar información si se requiere. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 13.

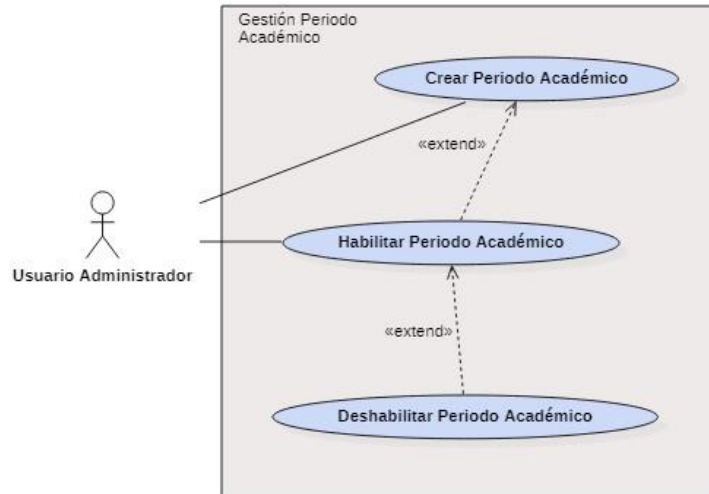


Figura 13. Diagrama de caso de uso-gestión periodo académico, fuente: Elaboración propia

Gestión de usuario. Este módulo permite llevar un control y registro de todos los usuarios del sistema. Así como también asignar el tipo de usuario al que corresponde y su respectivo funcionario. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 14. El subgrupo funcional es tipo de usuario, el cual se representa como un paquete UML.

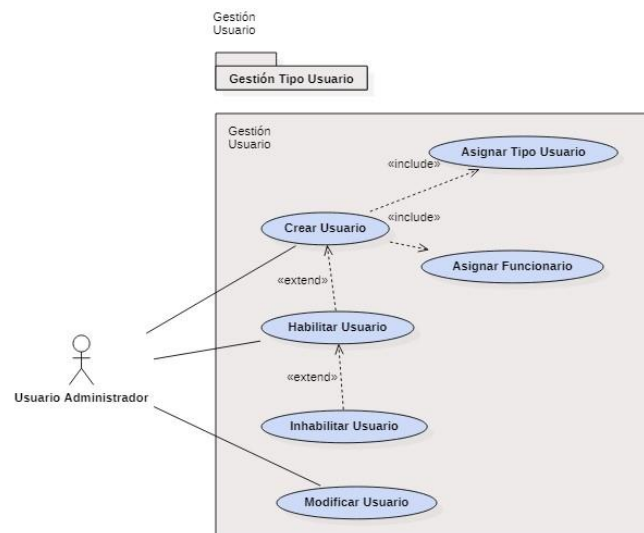


Figura 14. Diagrama de caso de uso-gestión usuario, fuente: Elaboración propia

Gestión de tipo de usuario. En este módulo se realiza la creación y control de los tipos de usuarios existentes en el sistema de información, tales como: usuario final directo, usuario gerente y alto ejecutivo, usuario final indirecto, usuario administrador, usuario operario, usuario analista del sistema, usuario-programador. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 15.

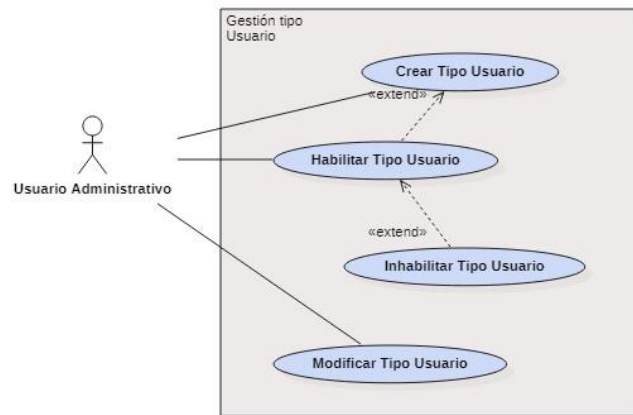


Figura 15. Diagrama de caso de uso-gestión tipo usuario, fuente: Elaboración propia

Gestión diligenciamiento formato. Este grupo funcional contiene el subgrupo funcional gestión llenado formato, el cual permite llevar un control de la información registrada en los formatos. los usuarios que interactuarán con este módulo son: usuario administrador, usuario final directo, usuario final indirecto, usuario gerente y alto ejecutivo de acuerdo a los permisos realizados por el usuario operario responsable del caso de uso que se muestra en la figura 16.

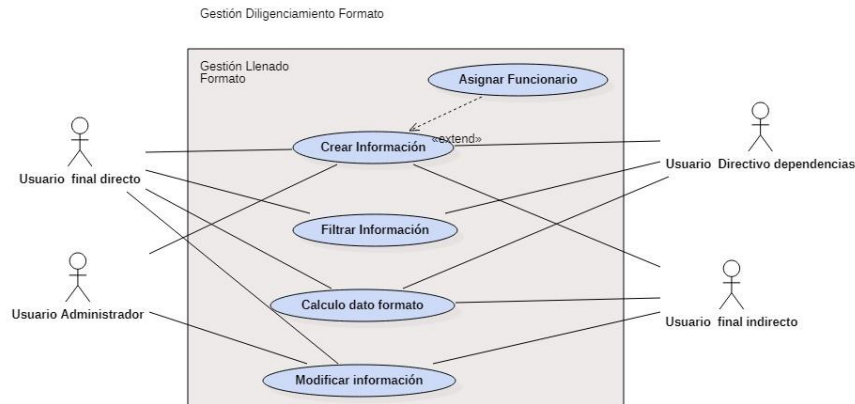


Figura 16. Diagrama de caso de uso-gestión llenado formulario, fuente: Elaboración propia

Gestión datos históricos. Este módulo permite llevar un control de toda la información histórica sobre el sistema de información estadístico. Así como también el acceso a consultar esta información dependiendo los permisos asignados por el usuario operario. Los usuarios que interactuaran con este módulo son: usuario administrador, usuario final directo, usuario final indirecto, usuario gerente y alto ejecutivo de acuerdo a los permisos realizados por el usuario operario responsable del caso de uso que se muestra en la figura 17.

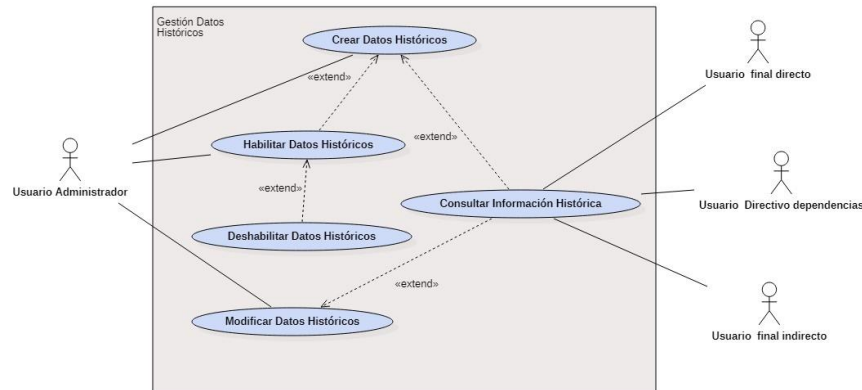


Figura 17. Diagrama de caso de uso-gestión datos históricos, fuente: Elaboración propia

Gestión vinculación sistemas información. Este módulo permite llevar el control de vinculación con los sistemas de información. Tiene el objetivo de extraer información estadística en la medida de lo posible de otros sistemas o bases de datos existente en la universidad para facilitar el diligenciamiento de información solicitada en los formatos. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 18.

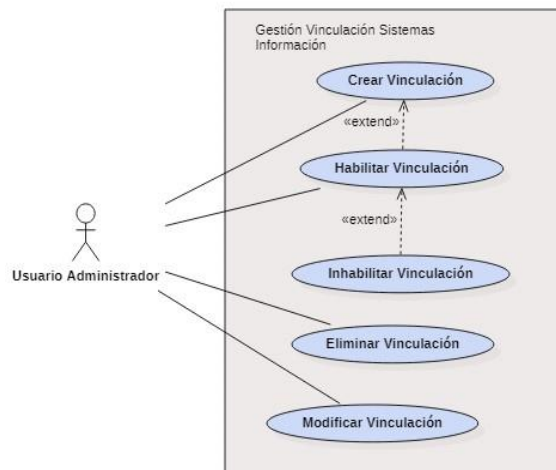


Figura 18. Diagrama de caso de uso-gestión vinculación sistemas de información, fuente: Elaboración propia

Gestión proceso. Este módulo permite llevar un control y seguimiento del proceso de diligenciamiento de los formatos en cierto periodo de tiempo en la cual se asigna un año, periodo y una validación de esta etapa. El subgrupo funcional es gestión etapa la cual es representada como un paquete UML. El administrador y usuario final directo son los responsables del caso de uso que se muestra en la figura 19.

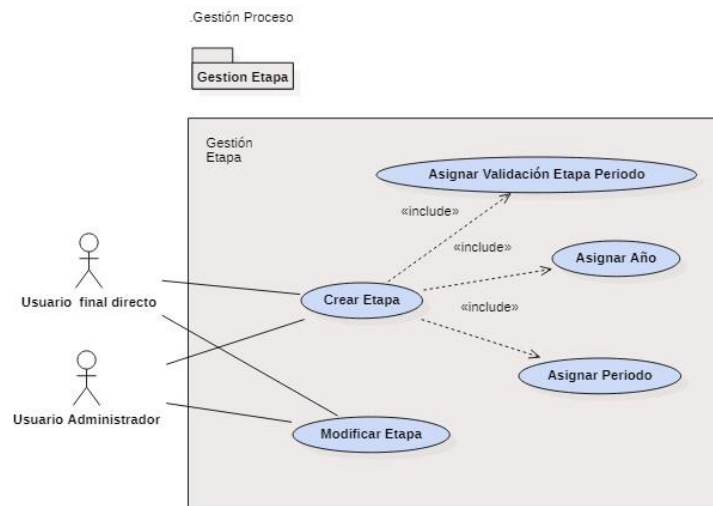


Figura 19. Diagrama de caso de uso-gestión etapa, fuente: Elaboración propia

Gestión personas. Este módulo permite llevar un control de todas las personas que hacen parte del sistema. Los subgrupos funcionales son gestión funcionario y gestión cargo, los cuales se representan como como paquetes UML. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 20.

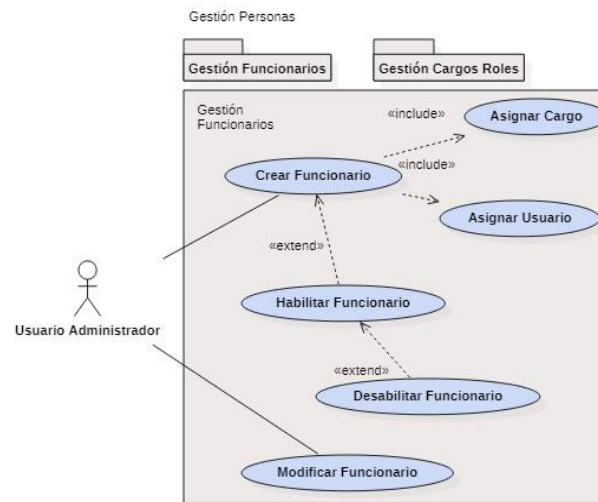


Figura 20. Diagrama de caso de uso-gestión personas, fuente: Elaboración propia

Gestión cargos o roles. Este módulo permite realizar el control de cargos o roles que tiene un funcionario dentro del sistema, de esta forma se asignan los permisos de acuerdo al cargo que desempeñe cada funcionario. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 21.

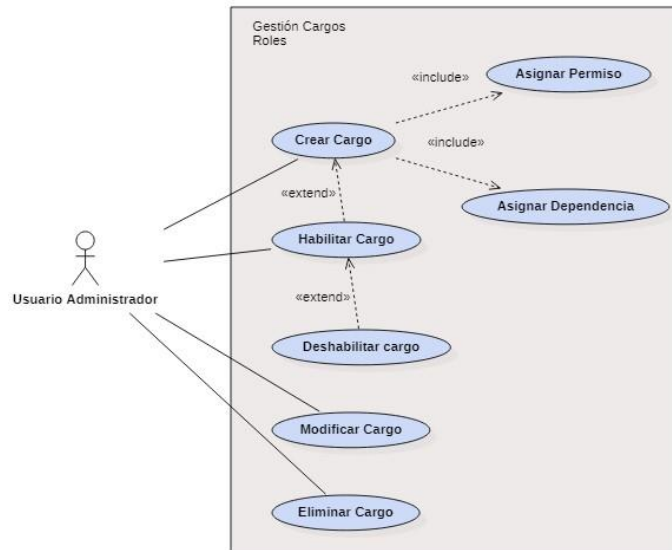


Figura 21. Diagrama de caso de uso-gestión cargos o roles, fuente: Elaboración propia

Gestión Permisos. Este módulo permite llevar el control de permisos de usuarios en el sistema. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 22.

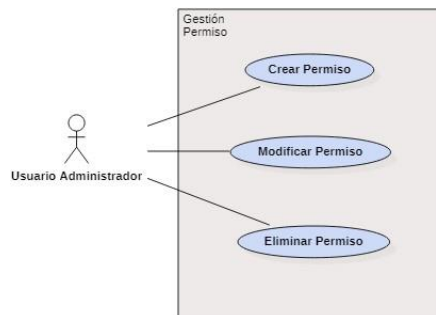


Figura 22. Diagrama de caso de uso-gestión permiso, fuente: Elaboración propia

Gestión información básica. Este módulo permite llevar un control de toda la información básica requerida el sistema de información estadístico. Representado en el caso de uso que se muestra en la figura 23.



Figura 23. Diagrama de caso de uso-gestión información básica, fuente: Elaboración propia

Gestión sedes. Este módulo permite realizar el control de sedes. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 24.

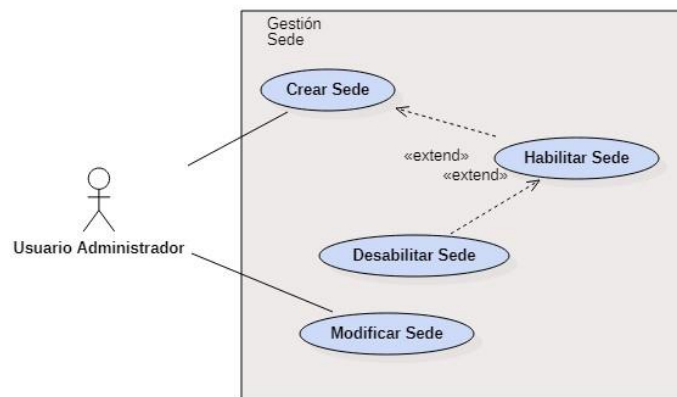


Figura 24. Diagrama de caso de uso-gestión sedes, fuente: Elaboración propia

Gestión dependencia. Este módulo permite realizar el control de dependencias. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 25.

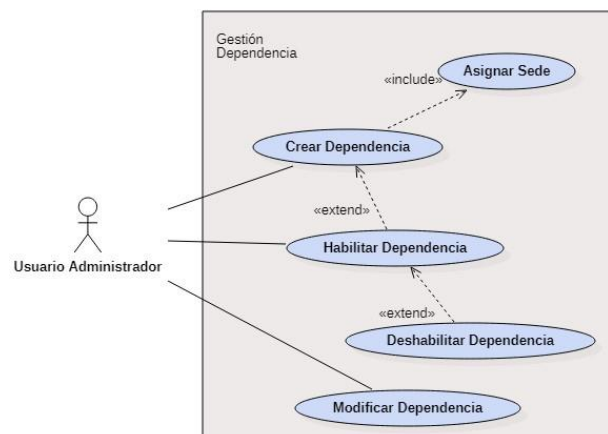


Figura 25. Diagrama de caso de uso-gestión dependencia, fuente: Elaboración propia

Gestión facultades. Este módulo permite realizar el control de facultades. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 26.

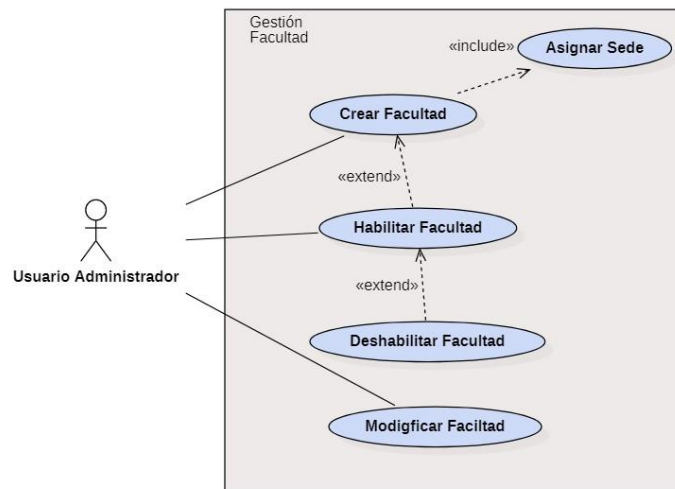


Figura 26. Diagrama de caso de uso-gestión facultades, fuente: Elaboración propia

Gestión programa académico: Este módulo permite realizar el control de programas académicos. El administrador es el responsable del caso de uso que se muestra en la figura 27.

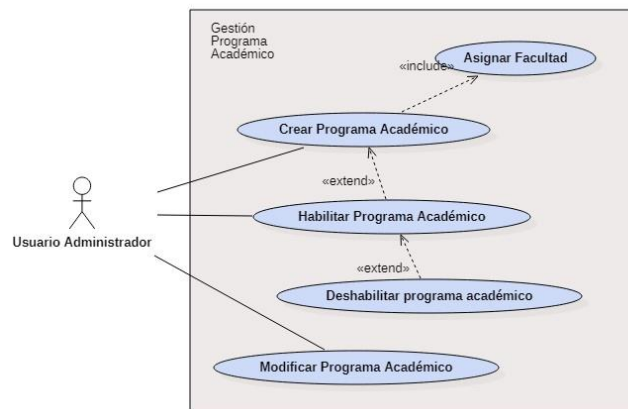


Figura 27. Diagrama de caso de uso-gestión programa académico, fuente: Elaboración propia

3. Requisitos del Sistema de Información Estadístico, por Medio de Diferentes Técnicas

A continuación, se presenta el desarrollo de la tercera etapa propuesta en la metodología del proyecto.

En esta etapa se realizó la clasificación de los requerimientos a profundidad clasificándolos en requisitos funcionales y no funcionales.

3.1. Determinar el tipo de requerimiento

Se clasificaron los requisitos a profundidad (funcional, no funcional) a través de la herramienta checklist en Excel.

3.2. Documentar la especificación de requerimientos

Se elaboró la documentación final de la etapa. En esta etapa se genera el documento con el fin de identificar y analizar los requisitos del sistema de información estadístico, información analizada a través de diferentes técnicas de la metodología DoRCU, entre otras implementadas.

En la figura 28 se presenta el listado de requisitos encontrados con su respectiva clasificación, estos requisitos se enlistaron por dependencia o facultad y se pueden visualizar con más detalle en el anexo G.

Formato 22C-0002		Documento final etapa de especificación de requerimientos: Lista de requerimientos SIEUB		Origen
ID requisito	Clasificación de dependencia	Nombre o función del requerimiento	Tipo de requisito	
001DIPA	División de Planeación y Acreditación	El sistema debe parametrizar permisos a los diferentes roles del sistema, para el acceso, control de la información. Así como también, permitir modificar o no los datos históricos.	Requerimientos Funcionales	DIPA
006DIPA	División de Planeación y Acreditación	El sistema debe permitir consultar y descargar la información a las personas que tengan acceso con el objetivo de generar informes y consultar el estado de mejora de los procesos en cualquier momento.	Requerimientos Funcionales	DIPA
007DIPA	División de Planeación y Acreditación	El sistema debe permitir consultar y actualizar la información histórica a las personas que tengan acceso.	Requerimientos Funcionales	DIPA
010DIPA	División de Planeación y Acreditación	Se requiere que el sistema permita consolidar información y generar gráficas estadísticas o estadísticas dinámicas en el momento que se solicite y anualmente.	Requerimientos Funcionales	DIPA
1DIBU	División de Bienestar Universitario Sede Tunja	Se requiere que el sistema permita almacenar las estrategias de divulgación de los servicios de bienestar universitario.	Requerimientos Funcionales	Propio de la Dependencia
2DIBU	División de Bienestar Universitario Sede Tunja	Se requiere que el sistema permita almacenar la cobertura de los servicios de bienestar universitario.	Requerimientos Funcionales	Propio de la Dependencia

Figura 28. Documento final etapa de especificación de requerimientos – Bienestar universitario sede Tunja, fuente: Elaboración propia

En la figura 29 se presenta el listado de requisitos encontrados sobre las normativas aplicadas al sistema de información estadístico, se pueden visualizar con más detalle en el anexo H.

Formato 999 0001		Documento final etapa de especificación de requerimientos: Lista de requerimientos Sistema de información estadístico.		Origen
ID requisito	SEGURIDAD DE LA INFORMACION	Nombre o función del requerimiento	Tipo de requisito	
001NMTV	Gestión de soportes extraíbles	Se requiere extraer la información asegurando la confidencialidad y disponibilidad de la información almacenada en el sistema de información estadístico.	Requerimiento No Funcional	Gestión de soportes extraíbles, ISO 27001.
002NMTV	Gestión de contraseñas de usuario	se requiere que le sistema asegure que el usuario cargue contraseñas robustas que cuente como mínimo con 8 caracteres combinando letras, números y símbolos de lo contrario debe mandar una alerta que no cumple con el estandar y no debe dejar guardar.	Requerimiento No Funcional	Procedimientos seguros de inicio de sesión. ISO 27001.
003NMTV	Copias de seguridad de la información	Se requiere que se realice las copias de seguridad de manera periódica debidamente encriptada.	Requerimiento No Funcional	Copias de seguridad de la información, ISO 27001
004NMTV	Protección de datos	Se requiere que el sistema asegure la protección de datos personales en cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 Y Decreto 1377 de 2013 y Acuerdo 1155 de 2018 de la Universidad.	Requerimiento No Funcional	Ley 1581 de 2012 Y Decreto 1377 de 2013 y Acuerdo 1155 de 2018 de la Universidad.
005NMTV	Auditoria	Se requiere que el sistema permita trazas de auditoria y genere log por parametros (fecha,usuario)	Requerimiento No Funcional	Seguridad en la operativa, Controles de auditoria de los sistemas de información, ISO 27001.
006NMTV	Auditoria	El sistema informara por medio de alertas, al administrador del sistema cuando suceda: Registro de nueva cuenta, 2 o más intentos fallidos tanto en la contraseña de ingreso, o usuario.	Requerimiento No Funcional	Seguridad en la operativa, Controles de auditoria de los sistemas de información, ISO 27001.
001NMTV	Eliminación de soportes	se requiere que la información básica se puede borras siempre y cuando no existan datos historicos relacionados.	Requerimiento No Funcional	Asegurar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los activos de información, ISO 27001.

Figura 29. Documento final etapa de especificación de requerimientos-Normativas, fuente: Elaboración propia

Todos los documentos mencionados en las anteriores etapas, llevan consigo un formato de control del cambio, implementando las buenas prácticas de desarrollo de software. Se presenta un resumen completo en el anexo I.

4. Validación de Requerimientos

En esta etapa se realizó la validación de los documentos obtenidos de las etapas anteriores con los Peer review y stakeholders los cuales son los funcionarios de la División de Planeación y Acreditación directamente involucrados en el proyecto; esta se realizó a través de una reunión online en meet donde se socializó los resultados obtenidos y posteriormente la revisión y ajustes pertinentes de las diferentes etapas. Finalmente se elaboró un documento firmado para evidenciar la realización de la etapa.

Tabla 2

Validación de los requisitos con las partes interesadas

Validación con participación de las partes interesadas

Por la presente se deja constancia de que se ha leído los documentos finales de cada etapa del proyecto, han sido aceptados y aprobados los requisitos establecidos y presenta nuestro conocimiento actual de los requisitos del proyecto.

Incluyen los diferentes requisitos de las dependencias y facultades indicadas de la Universidad.

Los futuros cambios de este documento se realizarán de acuerdo al procedimiento de cambio definido en el proyecto por la Universidad.

Nombre stakeholder involucrado en proceso de validación	Firma	Cargo-Área
Clara Patricia Avella Ibáñez		Directora de la División de Planeación y Acreditación
Marien Crhisty Pérez Avella		Profesional de la División de Planeación y Acreditación
Angie Lorena Pinzón Alba		Profesional de la División de Planeación y Acreditación

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

A través de la investigación realizada en diferentes fuentes de información, se permitió tener una base clara en la implementación de la metodología en ingeniería de requerimientos para el sistema de información estadístico.

La implementación de la metodología documentación de requerimientos centrada en el usuario (DoRCU) permitió obtener resultados confiables en la identificación de los requisitos. Así como también, agilidad en el proceso de documentación permitiendo una clara interpretación de los requisitos. Por ser una metodología flexible, permitió implementar diferentes métodos, técnicas y herramientas que se crearon convenientes para cada etapa, de esta forma se logró alcanzar el desarrollo de los objetivos propuestos.

La realización de entrevistas a las personas pertenecientes de las diferentes dependencias académicas y administrativas, permitió identificar de manera precisa las principales necesidades y expectativas que se tienen frente al sistema de información estadístico; esta labor también permito identificar los procedimientos y problemas que se presenta en el momento de registrar la información por las diferentes dependencias, de esta forma, se encamino de una forma más precisa y eficiente la definición de los requisitos.

La construcción de modelos como el árbol de refinamiento funcional y los diagramas de caso de uso permitieron identificar los grupos funcionales más importantes para el desarrollo y gestión del software. De esta manera, se identificó de una forma más detallada como los usuarios interactúan con el sistema.

Se clasifíco los requisitos en funcionales y no funcionales y requerimientos normativos los cuales permiten establecer de una forma más acertada el qué y el cómo se debe desarrollar el software.

Como resultado del trabajo realizado, se puede concluir que la etapa de análisis de requerimientos de desarrollo de un software es la etapa más importante ya que permite identificar las verdades necesidades que tiene el usuario con respecto a el sistema de información que se desea desarrollar.

6. Recomendaciones

La investigación se realizó de manera aislada para las cuatro fases presentadas en la metodología de ingeniería de los requerimientos las cuales son elicitación de requerimientos, análisis de requerimientos, especificación de requerimientos y finalmente validación de los requerimientos. Por esto, existen interrogantes alrededor de su aplicabilidad y desarrollo a las demás fases del proyecto. Así mismo, tener en cuenta que los módulos presentados son fundamentales para el desarrollo del mismo, por lo cual, en la etapa de desarrollo podrían requerirse la agregación de módulos.

Referencias

- Congreso de Colombia. (17 de octubre de 2012). Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales [Ley estatutaria 1581 de 2012]. DO: 48587. Recuperado de https://www.defensoria.gov.co/public/Normograma%202013_html/Normas/Ley_1581_2012.pdf
- International Organization for Standardization. (23 de septiembre de 2015). ISO 9001:2015 sistemas de gestión de la calidad. ICONTEC: 14237. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normograma/NORMA%20ISO%209001%202015.pdf>
- Software Engineering Institute. (noviembre de 2010). CMMI for development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). SEI: 6572342. Recuperado de <https://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?assetid=9661>
- Universidad de Boyacá. (26 de septiembre de 2018). Protección de datos -acuerdo 1155 – 2018. Recuperado de <https://www.uniboyaca.edu.co/sites/default/files/2019-02/Proteccio%CC%81n%20de%20Datos%20-Acuerdo%201155%20-%202018.pdf>