

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE DE APLICACIONES EN PRODUCCIÓN

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN

**ANA CRISTINA ORELLANA CHICAIZA
VERÓNICA ALEXANDRA VELASTEGUÍ MEJÍA**

DIRECTOR: ING. CARLOS MONTENEGRO

Quito, Mayo 2007

DECLARACIÓN

Nosotros, Ana Cristina Orellana Chicaiza y Verónica Alexandra Velasteguí Mejía, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado por ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la siguiente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por su normativa institucional vigente.

Ana Cristina Orellana Chicaiza

Verónica Alexandra Velasteguí Mejía

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ana Cristina Orellana Chicaiza y Verónica Alexandra Velasteguí Mejía, bajo mi supervisión.

Ing. Carlos Montenegro
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

A mis padres que con sus sabios consejos he llegado a ser una gran profesional, a todo el apoyo incondicional, paciencia y amor.

A mi mamá María, a todos mis tíos que con su ejemplo y esfuerzo me han impulsado a ser mejor.

Ani

A mi querido esposo Geovanny, que con su amor incondicional supo darme la fuerza para luchar y no dejarme vencer, que con su paciencia y apoyo me ayudo a crecer y ser mejor mujer, madre, esposa y profesional.

A mi hija Camilita, que ha sido mi motivación diaria, la base de mis nuevos sueños y objetivos y por quien ahora mi hogar tiene luz y felicidad.

A mis padres, ha quien siempre he tenido en mi corazón porque sin ellos nunca hubiese podido alcanzar esta meta.

A mis hermanas Anita y Raquel, por estar junto a mí, apoyándome siempre que me sentí vencida y derrotada.

Verito

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, que me ha dado una gran familia y me ha brindado la posibilidad, fuerza e inteligencia para culminar mis estudios.

A mis padres, por todo el esfuerzo puesto en mí, por toda su dedicación y consejos.

Al Ing. Carlos Montenegro por sabernos guiar en nuestro proyecto de titulación, la misma que fue muy acertada.

Gracias Señor, por haber sido mi guía, por nunca haberme dejado seguir sola y porque tu Aní infinito amor me regaló diariamente nuevas oportunidades de ser mejor. Gracias por haberme dado los mejores padres del mundo, porque gracias a ellos no desperdicie el tiempo de mi vida y llegue a ser una mejor persona.

Gracias padres míos, por sus consejos, cuidados y dedicación.

Gracias Geovanny y Camilita, mi hogar, por todo el amor y felicidad.

Gracias Ing. Montenegro por su guía y enseñanza para poder culminar nuestro proyecto de titulación.

Gracias hermanas, tíos y amigos por siempre haber confiado en mí y haberme hecho sentir que podía hacerlo.

Verito

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE.....	1
1.2. CALIDAD ARQUITECTÓNICA.....	2
1.2.1. ATRIBUTOS DE CALIDAD	3
1.3. ESTILOS Y PATRONES ARQUITECTÓNICOS.	5
1.3.1. ESTILO ARQUITECTÓNICO	5
1.3.2. PATRÓN ARQUITECTÓNICO	9
1.3.3. PATRONES DE DISEÑO	11
1.4. VISTAS ARQUITECTÓNICAS.....	11
1.4.1. VISTA ARQUITECTÓNICA DE JOHN ZACHMAN.....	12
1.4.2. VISTA ARQUITECTÓNICA DE PHILIPPE KRUCHTEN.....	13
1.4.3. VISTA ARQUITECTÓNICA DE GRADY BOOCH, JAMES RUMBAUGH E IVAR JACOBSON	13
1.4.4. VISTA ARQUITECTÓNICA DE BASS, CLEMENTS Y KAZMAN	15
1.4.5. COMPARACIÓN DE VISTAS ARQUITECTÓNICAS	15
CAPITULO II	19
EVALUACIÓN DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE.....	19
2.1. MODELOS DE EVALUACIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE SOFTWARE.....	19
2.1.1. SCENARIO – BASED ARCHITECTURE ANALISYS METHOD (SAAM).....	20
2.1.1.1. Técnica de evaluación.....	21
2.1.1.2. Atributos de calidad.....	21
2.1.1.3. Actividades del Modelo	21
2.1.2. SAAM FOUNDED ON COMPLEX SCENARIOS (SAAMCS).	23
2.1.2.1. Técnica de evaluación.....	23
2.1.2.2. Atributos de Calidad.	23
2.1.2.3. Actividades del Modelo.	23
2.1.3. EXTENDING SAAM BY INTEGRATION IN THE DOMAIN (ESAAMI).	26
2.1.3.1. Actividades del Modelo.	28
2.1.4. SOFTWARE ARCHITECTURE ANALYSIS METHOD FOR EVOLUTION AND REUSABILITY (SAAMER).	28
2.1.4.1. Técnica de evaluación.....	28
2.1.4.2. Atributos de calidad.....	29
2.1.4.3. Actividades del Modelo.	29
2.1.5. SCENARIO-BASED ARCHITECTURE REENGINEERING (SBAR).	30
2.1.5.1. Técnica de evaluación.....	30
2.1.5.2. Atributos de Calidad.	31
2.1.5.3. Actividades del Modelo.	31
2.1.6. ARCHITECTURE LEVEL PREDICTION OF SOFTWARE MAINTENANCE (ALPSM).....	34
2.1.6.1. Técnica de Evaluación.	34
2.1.6.2. Actividades del Modelo.	34
2.1.7. A SOFTWARE ARCHITECTURE EVALUATION MODEL (SAEM).	36
2.1.7.1. Técnica de Evaluación.	37
2.1.7.2. Atributos de Calidad.	37
2.1.7.3. Actividades del modelo.....	37
2.1.8. THE ARCHITECTURE TRADE-OFF ANALYSIS METHOD (ATAM).....	38
2.1.8.1. Técnica de Evacuación.....	38
2.1.8.2. Atributos de Calidad.	39
2.1.8.3. Actividades del Modelo.	39
2.1.9. MODELO DE EVALUACIÓN BASADO EN EL MODELO ISO/IEC 9126 ADAPTADO A LAS ARQUITECTURAS DE SOFTWARE.....	40
2.1.9.1. Atributos de Calidad.	40
2.1.9.2. Actividades del Modelo.	40

2.2. SELECCIÓN DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE SOFTWARE.	41
CAPITULO III.....	45
DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODELO DE EVALUACION SELECCIONADO	45
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN.	45
3.1.1. PROPÓSITO DEL ATAM.....	45
3.2. ATRIBUTOS DE CALIDAD.	46
3.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD.....	47
3.2.1.1. Caracterización de la Disponibilidad	47
3.2.1.2. Caracterización de la Modificabilidad	48
3.2.1.3. Caracterización del Desempeño.....	49
3.2.1.4. Caracterización de la Seguridad.....	50
3.3. OBJETOS DE ANÁLISIS.	51
3.3.1. ESCENARIOS	52
3.3.1.1. Tipos de Escenarios.	52
3.3.1.2. Elicitación y Priorización de Escenarios.....	53
3.3.1. ESTILOS ARQUITECTÓNICOS.....	54
3.3.2. UTILITY TREE	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3. LLUVIA DE IDEAS DE ESCENARIOS.....	55
3.3.4. SALIDAS DEL ATAM.....	56
3.3.4.1. Riesgos y No Riesgos	56
3.3.4.2. Puntos de sensibilidad y puntos de tradeoff (compensación)	57
3.4. FASES DEL MODELO DE EVALUACIÓN.....	58
3.4.1. FASE 1: PRESENTACIÓN	59
3.4.1.1. Paso 1: Presentación del ATAM	59
3.4.1.2. Paso 2: Presentación de las pautas del negocio	59
3.4.1.3. Paso 3: Presentación de la Arquitectura	61
3.4.2. FASE 2: INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS	62
3.4.2.1. Paso 4: Identificar las propuestas arquitectónicas	62
3.4.2.2. Paso 5: Generar el árbol de utilidad de los atributos de calidad	63
3.4.2.3. Paso 6: Analizar las propuestas arquitectónicas	63
3.4.3. FASE 3: PRUEBAS	65
3.4.3.1. Paso 7: Lluvia de ideas y priorización de escenarios	65
3.4.3.2. Paso 8: Analizar las propuestas arquitectónicas	66
3.4.4. FASE 4: INFORMES	66
3.4.4.1. Paso 9: Presentar los resultados	66
CAPITULO IV	68
APLICACION DEL MODELO DE EVALUACIÓN SELECCIONADO A UN CASO DE ESTUDIO	68
4.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.	68
4.1.1. OBJETIVO.....	68
4.1.2. RESEÑA HISTÓRICA	69
4.1.3. FUNCIONALIDAD.....	70
4.1.4. INVOLUCRADOS	70
4.1.5. REQUERIMIENTOS	71
4.2. EVALUACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.	71
4.2.1. FASE 1: PRESENTACIÓN	72
4.2.1.1. Paso 1: Presentación del ATAM	72
4.2.1.2. Paso 2: Presentación de las pautas del negocio	74
4.2.1.3. Paso 3: Presentación de la Arquitectura	75
4.2.2. FASE 2: INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS	87
4.2.2.1. Paso 4: Identificar las propuestas arquitectónicas	87
4.2.2.2. Paso 5: Generar el árbol de utilidad de los atributos de calidad	88
4.2.2.3. Paso 6: Analizar las propuestas arquitectónicas	90
4.2.3. FASE 3: PRUEBAS	94
4.2.3.1. Paso 7: Lluvia de ideas y priorización de escenarios	94
4.2.3.2. Paso 8: Analizar las propuestas arquitectónicas	96
4.2.4. FASE 4: INFORMES	97

4.2.4.1. Paso 9: Presentar los resultados	97
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	101
CAPITULO V.....	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1. CONCLUSIONES.	103
5.2. RECOMENDACIONES.	105
BIBLIOGRAFÍA	107
ANEXOS.....	A
ANEXO A: CUESTIONARIO REALIZADO A LOS INVOLUCRADOS DIRECTOS DEL SISTEMA “SAEW”	A
1. PREGUNTAS GENERALES:.....	A
2. PREGUNTAS DE RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.	B
3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD.	B
4. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DE LA MODIFICABILIDAD.	C
5. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD.	C
ANEXO B: DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO DEL SISTEMA “SAEW”	D
MÓDULO: SAE-ADMISIONES.....	D
1. REQUISITOS FUNCIONALES	D
2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO(ESCENARIOS).	E
MODULO: SAE-CALIFICACIONES	K
1. REQUISITOS FUNCIONALES	K
2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO (ESCENARIOS).	M
MODULO: SAE-MATRICULACIÓN.....	R
1. REQUISITOS FUNCIONALES	R
2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO (ESCENARIOS).	W
MODULO: SAE-PLANIFICACIÓN.....	EE
1. REQUISITOS FUNCIONALES	EE
2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO (ESCENARIOS).	HH
ANEXO C: GLOSARIO.....	OO

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1: Entradas y Actividades del modelo SAAM.</i>	22
<i>Figura 2.2: Entradas y Actividades del modelo SAAMCS.</i>	24
<i>Figura 2.3: Principales entradas y relaciones del Modelo ESAAMI.</i>	26
<i>Figura 2.4: Actividades SBAR para el análisis y diseño de la arquitectura de software.</i>	32
<i>Figura 2.5: Entradas y resultados del modelo ALPSM.</i>	35
<i>Figura 3.1: Elementos para la caracterización de atributos de calidad.</i>	47
<i>Figura 3.2: Concepto del Utility Tree</i>	55
<i>Figura 3.3: Ejemplo de plantilla de presentación del caso del negocio.</i>	58
<i>Figura 3.4: Ejemplo de plantilla de presentación del caso del negocio.</i>	60
<i>Figura 3.5: Ejemplo de plantilla para la presentación de la arquitectura</i>	62
<i>Figura 4.1. Arquitectura web en 3 capas.</i>	77
<i>Figura 4.2. Componentes de la Arquitectura de SAEW</i>	78
<i>Figura 4.3: Casos de Uso Módulo SAE-MATRICULACIÓN.</i>	80
<i>Figura 4.4: Casos de Uso Módulo SAE-ADMISIÓN.</i>	82
<i>Figura 4.5: Casos de Uso Módulo SAE-CALIFICACIONES.</i>	84
<i>Figura 4.6: Casos de Uso Módulo SAE-PLANIFICACIÓN.</i>	86

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.1: Descripción de atributos de calidad observables vía ejecución.</i>	4
<i>Tabla 1.2: Descripción de atributos de calidad no observables vía ejecución.</i>	4
<i>Tabla 1.3: Descripción de los principales patrones arquitectónicos.</i>	10
<i>Tabla 1.4: Descripción de los principales patrones de diseño.</i>	11
<i>Tabla 1.5: Comparación de vistas arquitectónicas en función de las perspectivas del sistema</i>	16
<i>Tabla 2.1: Resultado de Evaluación de Escenario en SAAMCS</i>	25
<i>Tabla 2.2: Organización de los resultados del modelo SBAR.</i>	33
<i>Tabla 2.3: Modelos de Evaluación de la Arquitectura de Software.</i>	43
<i>Tabla 3.1: Caracterización de la Disponibilidad de un Sistema.</i>	48
<i>Tabla 3.2: Caracterización de la Modificabilidad de un Sistema.</i>	49
<i>Tabla 3.3: Caracterización del Desempeño de un Sistema.</i>	50
<i>Tabla 3.4: Caracterización de la Seguridad de un Sistema.</i>	51
<i>Tabla 3.5: Utility tree vs. Lluvia de ideas de escenarios.</i>	53
<i>Tabla 4.1: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-MATRICULACIÓN.</i>	81
<i>Tabla 4.2: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-ADMISION.</i>	83
<i>Tabla 4.3: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-CALIFICACIONES.</i>	85
<i>Tabla 4.4: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-PLANIFICACIÓN.</i>	87
<i>Tabla 4.5: Utility Tree del Sistema SAEW.</i>	90
<i>Tabla 4.6: Escenarios generados en Lluvia de ideas de SAEW.</i>	96
<i>Tabla 4.7: Lista de escenarios generados en ATAM.</i>	98
<i>Tabla B.1: Lista de actores del módulo SAE-ADMISIONES.</i>	F
<i>Tabla B.2: Lista de casos de uso del módulo SAE-ADMISIONES.</i>	F
<i>Tabla B.3: Registrar Datos Personales en SAE-ADMISIONES</i>	G
<i>Tabla B.4: Inscribir Pruebas en SAE-ADMISIONES.</i>	H
<i>Tabla B.5: Consultar Resultados en SAE-ADMISIONES.</i>	H
<i>Tabla B.6: Pagar de Derecho de Inscripción en SAE-ADMISIONES</i>	H
<i>Tabla B.7: Gestionar Aspirantes en SAE-ADMISIONES</i>	I
<i>Tabla B.8: Listar Inscritos por fecha en SAE-ADMISIONES.</i>	I
<i>Tabla B.9: de Listar Aprobados en SAE-ADMISIONES</i>	I
<i>Tabla B.10: Calificar Aptitud en SAE-ADMISIONES.</i>	I
<i>Tabla B.11: Calificar Ubicación en SAE-ADMISIONES</i>	J
<i>Tabla B.12: Confirmar Inscripción en SAE-ADMISIONES</i>	J
<i>Tabla B.13: Lista de actores del modulo SAE-CALIFICACIONES</i>	M
<i>Tabla B.14: Lista de casos de uso del modulo SAE-CALIFICACIONES.</i>	M
<i>Tabla B.15: Registrar Calificación en SAE-CALIFICACIONES.</i>	N
<i>Tabla B.16: Registrar Asistencia en SAE-CALIFICACIONES.</i>	O
<i>Tabla B.17: Rectificar Calificación Individual en SAE-CALIFICACIONES</i>	O
<i>Tabla B.18: Recalificar Examen en SAE-CALIFICACIONES.</i>	O
<i>Tabla B.19: Autorizar Calificación Individual en SAE-CALIFICACIONES.</i>	P
<i>Tabla B.20: Autorizar Fecha Atrasada en SAE-CALIFICACIONES.</i>	P
<i>Tabla B.21: Autorizar Recalificación Examen en SAE-CALIFICACIONES.</i>	P
<i>Tabla B.22: Asignar Profesores en SAE-CALIFICACIONES</i>	P
<i>Tabla B.23: Reautorizar en SAE-CALIFICACIONES.</i>	Q
<i>Tabla B.24: Cerrar Periodo en SAE-CALIFICACIONES</i>	Q
<i>Tabla B.25: Evaluación Académica en SAE-CALIFICACIONES.</i>	Q
<i>Tabla B.26: Lista de actores del modulo SAE-MATRICULACIÓN</i>	W

<i>Tabla B.27: Lista de casos de uso del modulo SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>X</i>
<i>Tabla B.28: Solicitar Información Estudiante en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>Y</i>
<i>Tabla B.29: Generar Inscripción en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>Z</i>
<i>Tabla B.30: Reinscribir en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>AA</i>
<i>Tabla B.31: Anular matrícula en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>AA</i>
<i>Tabla B.32: Enviar al Banco en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>AA</i>
<i>Tabla B.33: Pagar en Tesorería en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>BB</i>
<i>Tabla B.34: Legalizar matrícula en SAE-MATRICULACION</i>	<i>BB</i>
<i>Tabla B.35: Autorizar Reinscripciones en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>BB</i>
<i>Tabla B.36: Autorizar Reingresos en SAE-MATRICULACION</i>	<i>CC</i>
<i>Tabla B.37: Autorizar Matrículas Extraordinarias en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>CC</i>
<i>Tabla B.38: Autorizar matriculas Extemporáneas en SAE-MATRICULACION</i>	<i>CC</i>
<i>Tabla B.39: Autorizar cambios de Carrera en SAE-MATRICULACION</i>	<i>DD</i>
<i>Tabla B.40: Registrar Impedimentos de Matricula en SAE-MATRICULACION</i>	<i>DD</i>
<i>Tabla B.41: Registrar Aspirantes en SAE-MATRICULACION</i>	<i>DD</i>
<i>Tabla B.42: Gestionar Rubros Adicionales en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>EE</i>
<i>Tabla B.43: Autorizar Pagos en Partes en SAE-MATRICULACION</i>	<i>EE</i>
<i>Tabla B.44: Autorizar Pagos con IECE en SAE-MATRICULACION.....</i>	<i>EE</i>
<i>Tabla B.45: Lista de actores del módulo en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>HH</i>
<i>Tabla B.46: Lista de casos de uso del módulo SAE-PLANIFICACION.....</i>	<i>HH</i>
<i>Tabla B.47: Administrar materias en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>JJ</i>
<i>Tabla B.48: Administrar Pénsum en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>KK</i>
<i>Tabla B.49: Programar Horarios y Paralelos en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>KK</i>
<i>Tabla B.50: Información Horarios en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>LL</i>
<i>Tabla B.51: Registrar Profesor en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>LL</i>
<i>Tabla B.52: Administrar Profesor en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>MM</i>
<i>Tabla B.53: Planificación Micro Curricular en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>MM</i>
<i>Tabla B.54: Administrar Carreras en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>NN</i>
<i>Tabla B.55: Analizar Cumplimiento en SAE-PLANIFICACION</i>	<i>NN</i>

RESUMEN

En el presente proyecto de titulación se evalúa la arquitectura de un sistema de software aplicando un modelo de evaluación seleccionado previamente, luego del análisis de varias opciones.

Para la evaluación de la Arquitectura de software del sistema se utiliza el modelo ATAM, el mismo que permite determinar el impacto de una decisión tomada en el diseño, las áreas de debilidad, riesgos, puntos de sensibilidad, puntos de acuerdos y para mejorar la documentación en base a las decisiones arquitectónicas.

En este modelo se analizan tres áreas importantes en la arquitectura de un sistema: los estilos arquitectónicos, los atributos de calidad y el cumplimiento de los requerimientos establecidos inicialmente.

Una evaluación temprana utilizando el modelo ATAM, es válida para futuros componentes que se adhieran a la arquitectura de software, siempre que estos cumplan con los mismos patrones que los ya evaluados.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta la descripción de varios modelos de evaluación de la Arquitectura de Software y la aplicación de uno de ellos en un sistema de software seleccionado.

La información contenida en este documento se encuentra distribuida en los siguientes 5 capítulos.

En el CAPÍTULO I, “MARCO TEÓRICO”, se describe conceptos generales acerca del desarrollo y comprensión de los modelos de evaluación de Arquitectura de Software.

En el CAPÍTULO II, “EVALUACIÓN DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE”, se describe varios modelos de evaluación de arquitectura de software.

En el CAPÍTULO III, “DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODELO DE EVALUACION SELECCIONADO”, se especifica el modelo ATAM, con sus actividades y salidas.

En el CAPÍTULO IV, “APLICACION DEL MODELO DE EVALUACIÓN SELECCIONADO A UN CASO DE ESTUDIO”, se describe la aplicación del ATAM al Sistema de Administración Estudiantil (SAEW).

Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado en el CAPÍTULO V.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

A continuación se citan diferentes definiciones de la arquitectura de software.

- “La arquitectura de software de programa o sistema de computación es la estructura o las estructuras del sistema, la cual comprende los componentes del software, las propiedades de esos componentes visibles externamente, y las formas en que estos interactúan y se coordinan para alcanzar la misión del sistema”.¹
- Es la organización fundamental de un sistema representada en sus componentes, las relaciones entre ellos, el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución. Es decir, establece un puente entre requerimientos y código del sistema.
- Consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan el marco de referencia necesario para guiar la construcción del software para un sistema de información.²
- Establece los fundamentos para que los analistas, diseñadores, programadores, etc; trabajen en una línea común que permita alcanzar los objetivos y necesidades del sistema de información.

Generalmente, una arquitectura de software se selecciona y diseña en base a unos objetivos y restricciones. Los objetivos son aquellos establecidos para el sistema de información. Las restricciones son aquellas limitaciones derivadas de las tecnologías disponibles para implementar sistemas de información.

¹ Definición tomada del libro de PRESSMAN R. (2002) Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico. Quinta Edición. Mc Graw Hill. En este se define la arquitectura de software en base a las opiniones planteadas por BASS y sus colegas en 1998.

² Definición tomada de: http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_software, en la cual se establecen algunas características de la Arquitectura de Software.

Al no ser el software operacional, la arquitectura de software se la puede definir como la representación que capacita al ingeniero de software para:

- Analizar la efectividad del diseño para la consecución de los requisitos fijados.
- Considerar alternativas arquitectónicas en una etapa en la cual realizar cambios en el diseño es relativamente fácil.
- Reducir los riesgos asociados a la construcción de software.

Finalmente, se puede afirmar resumidamente que la Arquitectura de Software es una manera de diseño de software, en un amplio marco que describe su forma y estructura, sus componentes y cómo éstos encajan juntos.

Componentes

Es el conjunto de entidades, elementos o bloques que forman un sistema de software. En el contexto del diseño arquitectónico, este puede ser tan simple como un módulo de programa, o tan complicado como incluir bases de datos y software intermedio en una estructura de red cliente - servidor.

Conectores

Los conectores son bloques de datos o de procesos los cuales se encargan de la conexión de las piezas o módulos que forman parte de la arquitectura.

1.2. CALIDAD ARQUITECTÓNICA

La calidad arquitectónica tiene como principal objetivo, el lograr la habilidad de evaluar cuantitativamente una arquitectura de software y llegar a acuerdos entre múltiples atributos de calidad para alcanzar un mejor sistema de forma global.

La calidad Arquitectónica abarca el desarrollo de métodos sistemáticos para relacionar atributos de calidad de un sistema con su respectiva arquitectura, dichos métodos ayudan en la toma de decisiones objetivas sobre acuerdos de diseño de software, ya que se deben realizar predicciones razonablemente exactas sobre los atributos de un sistema que son necesariamente importantes.

Conservando una buena calidad Arquitectónica, se asegura la consistencia de un sistema, la conformidad con las restricciones impuestas por un estilo, la conformidad con atributos de calidad y el análisis de dependencias, consiguiendo con esto, la conducción de un sistema hacia una comprensión más clara de los requerimientos, de las estrategias de implementación y de los riesgos potenciales que se pueden presentar durante el desarrollo.

1.2.1. ATRIBUTOS DE CALIDAD

Partiendo de que la calidad de software se define como el grado en el cual el software posee una combinación deseada de atributos, se puede considerar a los atributos como requerimientos adicionales del sistema, ya que hacen referencia a características que el sistema debe cumplir.

Estas características o atributos se conocen con el nombre de atributos de calidad, los cuales se definen como las propiedades de un servicio que presta el sistema a sus usuarios. A continuación se presenta la clasificación de los atributos de calidad:

- ***Observables vía ejecución.*** Son aquellos atributos que se determinan durante el comportamiento del sistema en tiempo de ejecución, entre estos atributos se cita los siguientes:

ATRIBUTO DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN
Disponibilidad (Availability)	Medida de disponibilidad del sistema.
Confidencialidad (Confidentiality)	Ausencia de acceso no autorizado a la información.
Funcionalidad (Functionality)	Habilidad del sistema para realizar el trabajo para el cual fue concebido.
Desempeño (Performance)	Grado en el cual un sistema o componente cumple con sus funciones asignadas dentro de ciertas restricciones dadas, como velocidad, exactitud o uso de memoria.
Confiabilidad (Reliability)	Habilidad de un sistema a mantenerse operativo a lo largo del tiempo.
Seguridad Externa (Safety)	Medida de ausencia de errores catastróficos en el ambiente que generan pérdidas de información.
Seguridad Interna (Security)	Habilidad del sistema para resistir a intentos de uso no autorizados y negación del servicio, mientras se sirve a usuarios legítimos.

Tabla 1.1: Descripción de atributos de calidad observables vía ejecución.³

- **No observables vía ejecución.** Son aquellos atributos que se establecen durante el desarrollo del sistema, dentro de esta categoría de atributos se cita los siguientes:

ATRIBUTO DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN
Configurabilidad (Configurability)	Posibilidad que se otorga a un usuario experto a realizar ciertos cambios al sistema.
Integrabilidad (Integrability)	Medida en que trabajan correctamente componentes del sistema que fueron desarrollados separadamente al ser integrados.
Integridad (Integrity)	Ausencia de alteraciones inapropiadas de la información.
Interoperabilidad (Interoperability)	Habilidad de que un grupo de partes del sistema trabajen con otro sistema.
Modificabilidad (Modifiability)	Habilidad de realizar cambios futuros al sistema.
Mantenibilidad (Maintainability)	Capacidad de modificar el sistema de manera rápida y a bajo costo.
Portabilidad (Portability)	Habilidad del sistema para ser ejecutado en diferentes ambientes de computación, ya sean de hardware, software o una combinación de los dos.
Reusabilidad (Reusability)	Capacidad de diseñar un sistema de forma tal que su estructura o parte de sus componentes puedan ser reutilizados en futuras aplicaciones.
Escalabilidad (Scalability)	Grado con el que se puede ampliar el diseño arquitectónico de datos o procedimental.
Capacidad de Prueba (Testability)	Facilidad con la que el software, al ser sometido a una serie de pruebas, puede demostrar sus fallas.

Tabla 1.2: Descripción de atributos de calidad no observables vía ejecución.⁴

³ Información obtenida de Bengtsson, P. Design and Evaluation of Software Architecture. University of Karlskrona/Ronneby, Department of Software Engineering and Computer Science, Karlskrona. <http://www.ipd.hk-r.se/pob/archive/thesis.pdf>

⁴ Información obtenida de Bengtsson, P. Design and Evaluation of Software Architecture. University of Karlskrona/Ronneby, Department of Software Engineering and Computer Science, Karlskrona. <http://www.ipd.hk-r.se/pob/archive/thesis.pdf>

Los requerimientos de calidad se ven altamente influenciados por la arquitectura del sistema. De esta forma, se establece que la arquitectura determina ciertos atributos de calidad del sistema, pero existen otros atributos que no dependen directamente de la misma.

No se puede lograr la satisfacción de ciertos atributos de calidad de manera aislada. Encontrar un atributo de calidad puede tener efectos positivos o negativos sobre otros atributos que, de alguna manera, también se desean alcanzar.

1.3. ESTILOS Y PATRONES ARQUITECTÓNICOS.

1.3.1. ESTILO ARQUITECTÓNICO

Estructura organizacional de sistemas de software que posee componentes relacionados entre sí, con restricciones de su aplicación y su composición asociada, así como también las reglas para su construcción.

Por otro lado se puede destacar, que el estilo arquitectónico es considerado como un tipo particular de estructura fundamental para un sistema de software conjuntamente con un método asociado, que define la forma de construir un sistema, el momento de utilizar la arquitectura y los efectos de su aplicación.

Cada estilo describe una categoría del sistema que contiene:

- Grupo de componentes que ejecutan una función requerida por el sistema.
- Grupo de conectores que permiten la comunicación, coordinación y cooperación entre los componentes.
- Grupo de restricciones que especifican la forma de integrar los componentes del sistema.
- Modelos semánticos que permiten entender las propiedades globales de un sistema para analizar las propiedades conocidas de sus partes.

A continuación se detallan los estilos arquitectónicos principales:

- **Estilos de Flujo de Datos.** Destaca la reutilización y la modificabilidad, son apropiados para sistemas que implementan transformaciones de datos en pasos sucesivos. Permite ingreso de datos en el sistema, los mismos que fluyen mediante filtros hasta que se les asignen un destino final.
 - a) Tubería y filtros, conectan componentes computacionales (filtros) a través de conectores (pipes), de modo que los componentes se ejecutan a la manera de un flujo. Los datos se transportan a través de las tuberías entre los filtros, transformando gradualmente las entradas en salidas.
 - b) Secuencial por Lotes, considera a los componentes como programas independientes. Cada paso se ejecuta hasta completarse antes que se inicie el paso siguiente.
- **Estilos Centrados en Datos.** Enfatiza la integrabilidad de los datos, se estiman apropiados para sistemas que se enfocan en acceso y actualización de datos en estructuras de almacenamiento.
 - a) Arquitecturas de Pizarra o Repositorio, posee dos componentes principales: una estructura de datos que representa el estado actual y una colección de componentes independientes que operan sobre él.
 - ✓ Si los tipos de transacciones en el flujo de entrada definen los procesos a ejecutar, el repositorio puede ser una base de datos tradicional (implícitamente no cliente-servidor).
 - ✓ Si el estado actual de la estructura de datos dispara los procesos a ejecutar, el repositorio es lo que se llama una pizarra pura o un tablero de control.
- **Estilos de Llamada y Retorno.** Enfatiza la modificabilidad y la escalabilidad. Son los estilos más generalizados en sistemas de gran escala. Constituye de un programa principal que lleva el control del sistema y posee varias subrutinas las cuales se relacionan con el programa principal por medio de llamadas.

- a) Model-View-Controller (MVC). Separa el modelado del dominio, la presentación y las acciones basadas en datos ingresados por el usuario en tres clases diferentes:
- ✓ El modelo administra el comportamiento y los datos del dominio de aplicación, responde a requerimientos de información sobre su estado (usualmente formulados desde la vista) y responde a instrucciones de cambiar el estado (habitualmente desde el controlador).
 - ✓ La Vista maneja la visualización de la información.
 - ✓ El Controlador interpreta las acciones del ratón y el teclado, informando al modelo y/o a la vista para que cambien según resulte apropiado.
- **Estilos Orientados a Objetos.** Los componentes de este estilo son los objetos, o más bien instancias de los tipos de datos abstractos. Los componentes de un sistema encapsulan los datos y las operaciones que se deben realizar para manipular los datos.
 - a) Los componentes del estilo se basan en: encapsulamiento, herencia y polimorfismo.
 - b) Las interfaces están separadas de las implementaciones.
 - c) Puede admitirse o no que una interfaz pueda ser implementada por múltiples clases.
 - d) Los objetos interactúan a través de invocaciones de funciones y procedimientos.
 - **Componentes independientes.** Son objetos o procesos independientes que se comunican a través de mensajes múltiples.
 - a) Los componentes son las unidades de modelado, diseño e implementación.
 - b) Las interfaces están separadas de las implementaciones, y las interfaces y sus interacciones son el centro de funciones en el diseño arquitectónico.
 - c) Los componentes soportan algún régimen de introspección, de modo que su funcionalidad y propiedades puedan ser descubiertas y utilizadas en tiempo de ejecución.

- **Estilos de Código Móvil.** Enfatiza la portabilidad. Es una solución de software para un problema de hardware y se encuentran formados por cuatro componentes: motor de simulación o interpretación, memoria que contiene el código a interpretar, representación del estado de la interpretación, representación del estado del programa que se está simulando.
 - a) Arquitectura de Máquinas Virtuales, simulan funcionalidades no nativas al hardware y software en que se implementan, o capacidades que exceden a las capacidades de programación que se está implementando.
 - b) Intérpretes, incluyen un pseudo-programa a interpretar y una máquina de interpretación. El pseudo-programa a su vez incluye el programa mismo y el análogo que hace el intérprete de su estado de ejecución (o registro de activación). La máquina de interpretación incluye tanto la definición del intérprete como el estado actual de su ejecución.
 - c) Sistemas basados en conocimiento o reglas (KBS), regularmente se agrupan como miembros de la familia de estilos basados en datos. Abarcan un extenso grupo que va desde los llamados lenguajes de alto nivel hasta los paradigmas declarativos no secuenciales de programación.
- **Estilos heterogéneos.** Se basa en la mezcla de estilos.
 - a) Sistemas de control de procesos, se caracterizan no sólo por los tipos de componentes, sino por las relaciones que mantienen entre ellos. Mantiene ciertos valores dentro de ciertos rangos especificados, llamados puntos fijos o valores de calibración.
 - b) Arquitecturas Basadas en Atributos, incluyen atributos de calidad específicos que declaran el comportamiento de los componentes en interacción.
- **Estilos basados en capas (estratificados).** Posee una estructura jerárquica en capas, donde cada capa provee servicios a la capa superior hasta llegar a la interfaz de usuarios. El estilo soporta un diseño basado en niveles de abstracción crecientes, lo cual a su vez permite la partición de un problema complejo en una secuencia de

pasos incrementales. Admite optimizaciones y refinamientos. Proporciona amplia reutilización.

- **Estilos Peer-to-Peer.** Enfatiza la modificabilidad por medio de la separación de las diversas partes que intervienen en la computación. Consiste por lo general en procesos independientes o entidades que se comunican a través de mensajes. Cada entidad puede enviar mensajes a otras entidades, pero no controlarlas directamente.
 - a) Arquitecturas Basadas en Eventos, los conectores de estos sistemas incluyen procedimientos de llamada tradicionales y vínculos entre anuncios de eventos e invocación de procedimientos. En lugar de invocar un procedimiento en forma directa (como se haría en un estilo orientado a objetos) un componente puede anunciar mediante difusión uno o más eventos.
 - b) Arquitecturas Orientadas a Servicios (SOA), es la forma en la cual el estilo redefine los viejos modelos de las arquitecturas orientadas a objetos y componentes, y al hacerlo establece un modelo en el que cualquier entidad computacional podría llegar a integrarse con cualquier otra.

Los estilos arquitectónicos mencionados anteriormente, son solo una pequeña parte de los estilos que se dispone, ya que, en base a las características y restricciones del sistema ha ser construido, se debe escoger el estilo arquitectónico o la combinación de estilos que mejor encajen a las características y restricciones establecidas.

1.3.2. PATRÓN ARQUITECTÓNICO

Es la solución a un problema de diseño específico por medio de esquemas en un contexto en particular. Proporciona un conjunto de subsistemas predefinidos, en los cuales, se definen reglas para la organización de las relaciones entre ellos.

Los patrones arquitectónicos son considerados como plantillas para

arquitecturas de software específicas, que determinan las propiedades estructurales de una aplicación y tienen un impacto en la arquitectura de subsistemas. El esquema de un patrón arquitectónico es el siguiente:

- **Contexto.** Situación en la que se origina el problema de diseño.
- **Problema.** Reunión de fuerzas que surgen en un contexto frecuentemente.
- **Solución.** Esquema que estabiliza las fuerzas por medio de una estructura con componentes y relaciones.

A continuación se detallan los principales patrones arquitectónicos:

PATRONES	DEFINICION	ATRIBUTOS ASOCIADOS	ATRIBUTOS EN CONFLICTO
Layers	Organización de un sistema que es descompuesto en subtarear de acuerdo a un nivel único de abstracción.	Reusabilidad Portabilidad Facilidad de prueba	Desempeño Mantenibilidad
Conexiones y Filtros	Los filtros ayudan a encapsular cada paso de procesamiento, mientras que las conexiones dan paso a los datos entre filtros adyacentes.	Reusabilidad Mantenibilidad	Desempeño
Blackboard	Usado para encontrar una solución con estrategias no determinísticas, es decir una solución parcial ó aproximada.	Modificabilidad Mantenibilidad Reusabilidad Integridad	Desempeño Facilidad de prueba
Broker	Utilizado en sistemas de software distribuido con componentes desencajados que interactúan por invocaciones a servicios remotos, es responsable de coordinar la comunicación, como el reenvío de solicitudes, así como también la transmisión de resultados y excepciones.	Modificabilidad Portabilidad Reusabilidad Escalabilidad Interoperabilidad	Desempeño
Model-View-Controller	Posee tres partes: Modelo, está compuesto de información principal y además de datos. Vistas, poseen información para el usuario. Controladores, capturan la entrada del usuario.	Funcionalidad Mantenibilidad	Desempeño Portabilidad

Tabla 1.3: Descripción de los principales patrones arquitectónicos.⁵

⁵ Información basada en el libro de PRESSMAN R. (2002) Ingeniería de Software. Un Enfoque Práctico. Quinta Edición., en la cual se detallan los principales estilos arquitectónicos que se pueden encontrar en software construido para sistemas basados en computadoras.

1.3.3. PATRONES DE DISEÑO

Los patrones de diseño representan clases, en donde sus instancias se apoyan mutuamente para brindar soluciones a problemas específicos.

Son fáciles de ajustarse a necesidades concretas del diseñador ya que son de fácil mantenimiento y reusabilidad.

Dentro de los patrones de diseño más importantes se pueden mencionar:

PATRONES	DEFINICIÓN
Delegado (Delegate)	Utiliza la herencia para delegar operaciones en relaciones con características estáticas.
Compuesto (Composite)	Utiliza jerarquías para manejar objetos primarios y compuestos de un modo uniforme.
Decorador (Decorator)	Permite combinar características de una manera dinámica.
Mediador (Mediator)	Coordina la comunicación entre objetos de clases diferentes.
Iterador (Iterator)	Efectúa recorridos en objetos compuestos de manera independiente de la implementación de los mismos.
Observador (Observer)	Crea una dependencia de uno a muchos entre objetos de manera que permita actualizar de manera automática todos los objetos involucrados.

Tabla 1.4: Descripción de los principales patrones de diseño.

1.4. VISTAS ARQUITECTÓNICAS.

Las vistas arquitectónicas representan un aspecto parcial de una arquitectura de software que muestran propiedades específicas del sistema.

Por tal motivo las vistas arquitectónicas son de gran utilidad, ya que una única representación de la arquitectura del sistema resultaría demasiado compleja y poco útil para todos los involucrados, pues contendría mucha información irrelevante para la mayoría de estos involucrados. Es por ello que se plantea la necesidad de representaciones que contengan únicamente elementos que resultan de importancia para un cierto grupo de involucrados.

Además una vista arquitectónica es una descripción simplificada o abstracción de un sistema desde una perspectiva específica, que cubre intereses

particulares y omite entidades no relevantes a esta perspectiva.

A continuación se mencionan ciertos elementos que forman parte de las vistas arquitectónicas:

- Punto de vista de los involucrados e intereses de los mismos.
- Elementos que serán capturados y representados en la vista y las relaciones entre estos.
- Principios para organizar la vista.
- Forma en que se relacionan los elementos de una vista con otras vistas.
- Proceso a ser utilizado para la creación de la vista.

Las vistas propuestas no son independientes entre sí, puesto que son perspectivas distintas de un mismo sistema. Debido a esto, las vistas arquitectónicas deben estar coordinadas, de manera tal que al realizar cambios, estos se vean correctamente reflejados en las vistas afectadas, garantizando consistencia entre las mismas.

Ante la diversidad de planteamientos sobre las distintas perspectivas de un mismo sistema, resulta interesante establecer comparaciones entre los mismos, puesto que, en algunos casos, hacen referencia a un mismo tipo de perspectiva bajo nombres de vistas distintos, o por el contrario, bajo el mismo nombre expresan perspectivas diferentes. De igual forma, hay vistas que contemplan varias perspectivas, así como también varias vistas pueden crear una única perspectiva.

A continuación se mencionan las vistas arquitectónicas más importantes.

1.4.1. VISTA ARQUITECTÓNICA DE JOHN ZACHMAN

Es una matriz de 36 celdas que abarca preguntas como Quién, Qué, Dónde, Cuándo, Por qué y Cómo de una Organización. También incluye 6 puntos de vista o perspectivas, iniciando desde un nivel alto de abstracción del negocio y llegando hasta el de implementación. La estructura puede contener planes,

detalles técnicos, listas y diagramas. Cualquier método, estándar, papel de trabajo o técnica puede incorporarse a la estructura.

No obstante, hay que reconocer que tres de las vistas propuestas por Zachman (conceptual, lógica y física) corresponden a los marcos de referencia para vistas arquitectónicas posteriores.

1.4.2. VISTA ARQUITECTÓNICA DE PHILIPPE KRUCHTEN

Philippe Kruchten propuso el modelo “4+1”, vinculado al Rational Unified Process (RUP), que define cuatro vistas diferentes de la arquitectura de software:

- **Vista lógica.** Comprende las abstracciones fundamentales del sistema a partir del dominio del problema.
- **Vista de proceso.** Conjunto de procesos de ejecución independiente a partir de las abstracciones anteriores.
- **Vista física.** Mapeado del software sobre el hardware.
- **Vista de desarrollo.** Organización estática de módulos en el entorno de desarrollo.

El modelo 4+1 se percibe como un intento de reformular una arquitectura estructural y descriptiva en términos de objeto y de UML.

1.4.3. VISTA ARQUITECTÓNICA DE GRADY BOOCH, JAMES RUMBAUGH E IVAR JACOBSON

En la introducción a UML, Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson formularon un esquema de cinco vistas interrelacionadas que conforman la arquitectura de software.

En esta perspectiva, la arquitectura de software es un conjunto de decisiones significativas sobre los siguientes puntos:

- La organización de un sistema de software.
- La selección de elementos estructurales y sus interfaces a través de los cuales se constituye el sistema.
- El comportamiento, según resulta de las colaboraciones entre los elementos.
- La composición de los elementos estructurales y de comportamiento en subsistemas progresivamente mayores.
- El estilo arquitectónico que guía la organización, los elementos estáticos y dinámicos y sus interfaces, sus colaboraciones y su composición.

Además proporcionan un esquema de cinco vistas posibles de la arquitectura de un sistema:

- Vista de casos de uso, como la perciben los usuarios, analistas y encargados de las pruebas.
- Vista de diseño que comprende, las clases, interfaces y colaboraciones que forman el vocabulario del problema y su solución.
- Vista de procesos que conforman los hilos y procesos que forman los mecanismos de sincronización y concurrencia.
- Vista de implementación que incluye, los componentes y archivos sobre el sistema físico.
- Vista de despliegue que comprende, los nodos que forma la topología de hardware sobre la que se ejecuta el sistema.

1.4.4. VISTA ARQUITECTÓNICA DE BASS, CLEMENTS Y KAZMAN

Presentada en 1998, consta de nueve vistas orientadas hacia el diseño concreto y la implementación; éstas son:

- **Estructura de módulo.** Las unidades son asignaciones de tareas.
- **Estructura lógica o conceptual.** Las unidades son abstracciones de los requerimientos funcionales del sistema.
- **Estructura de procesos o de coordinación.** Las unidades son procesos o threads.
- **Estructura física.**
- **Estructura de uso.** Las unidades son procedimientos o módulos, vinculados por relaciones de presunción de presencia correcta.
- **Estructura de llamados.** Las unidades son usualmente (sub) procedimientos, vinculados por invocaciones o llamados.
- **Flujo de datos.** Las unidades son programas o módulos, la relación es de envío de datos.
- **Flujo de control.** Las unidades son programas, módulos o estados del sistema.
- **Estructura de clases.** Las unidades son objetos.

1.4.5. COMPARACIÓN DE VISTAS ARQUITECTÓNICAS

Para realizar una correcta comparación entre las diferentes vistas arquitectónicas, a continuación se mencionan las siguientes semejanzas y diferencias entre las diferentes perspectivas:

PERSPECTIVA	KAZMAN (2001)	KRUCHTEN (1999)	HOFMEISTER (2000)	BASS (1998)	USUARIOS	ATRIBUTO DE CALIDAD
Abstracción de requerimientos funcionales del sistema	Vista Funcional	Vista Lógica	Vista Conceptual	Vista Conceptual o Lógica	Cliente Usuario final Analista	Modificabilidad Reusabilidad Dependencia Seguridad Externa
Creación de procesos e hilos de ejecución, comunicación entre ellos y recursos compartidos.	Vista de Concurrencia	Vista de Proceso	Vista de Ejecución	Vista de procesos o coordinación + Vista de llamadas	Arquitectos Desarrolladores Equipo de Pruebas Mantenimiento	Desempeño Disponibilidad
Organización de los elementos arquitectónicos implementados.	Vista de Desarrollo	Vista de Implantación	Vista de Código	Vista Física + Vista de Módulos	Programadores Mantenimiento Gerentes de Configuración Gerentes de Desarrollo.	Mantenibilidad Modificabilidad Capacidad de Prueba
Distribución de procesos en la plataforma	Vista Física + Vista de Concurrencia	Vista de Desarrollo	Vista de Módulos y Vista de Ejecución	Vista de Flujo de Control	Arquitectos Desarrolladores Equipo de Pruebas Mantenimiento Ing. Hardware	Desempeño Escalabilidad Disponibilidad Seguridad Interna
Escenarios y casos de uso	-	Vista de Casos de Uso	Vista Conceptual	Vista de Usos	Cliente Usuario final Analista	Reusabilidad Disponibilidad Modificabilidad
Especificación abstracta de clases, objetos, funciones y procedimientos.	Vista de Código	-	-	Vista de Clases + Flujo de Datos	Diseñadores Desarrolladores	Modificabilidad Portabilidad Mantenibilidad

Tabla 1.5: Comparación de vistas arquitectónicas en función de las perspectivas del sistema ⁶

⁶ Tabla de comparación en base a la información obtenida de Carriere, J., Kazman, R., Woods, S. (2000). Toward a Discipline of Scenario based Architectural Engineering. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Obtenido de: <http://www.sei.cmu.edu/staff/rkazman/annals-scenario.pdf>

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior mostrada, a continuación se destacan algunas similitudes entre las vistas propuestas por Kazman en el 2001, Bass en 1998, Hofmeister en el 2000 y Kruchten en 1999, en función de las perspectivas que éstas ofrecen.

- Para Bass cada estructura (o vista arquitectónica) es una abstracción de acuerdo a criterios diferentes que pueden utilizar su propia notación y definir de forma independiente el significado de los componentes, relaciones, argumentos, principios y pautas.
- Por otra parte, Hofmeister propone cuatro vistas arquitectónicas tomando como punto de partida el estudio de sistemas implementados en la vida real.
- Y por último Kazman, describe las vistas arquitectónicas distinguiendo los componentes y las relaciones entre éstos dentro de cada una, planteando que a menudo es útil combinar la información de dos o más vistas.

Así como las vistas arquitectónicas ofrecen una descripción de una arquitectura, existen notaciones que, mediante un conjunto definido de elementos y formas de representación, permiten de igual manera establecer la descripción de una arquitectura de software. Este es el caso del Unified Modeling Language (UML).

Cabe recalcar que cada paradigma de desarrollo exige diferente número y tipo de vistas o modelos para describir una arquitectura. No obstante, existen al menos tres vistas absolutamente fundamentales en cualquier arquitectura:

- **Visión estática.** Describe los componentes que posee una arquitectura.
- **Visión funcional.** Describe las funciones de cada componente.
- **Visión dinámica.** Describe la forma en la que se comportan los componentes a lo largo del tiempo y la manera que interactúan entre sí.

Las vistas de una arquitectura pueden expresarse mediante uno o varios lenguajes. El más obvio es el lenguaje natural, pero existen otros lenguajes tales como los diagramas de estado, los diagramas de flujo de datos, etc.

Estos lenguajes son apropiados únicamente para una vista, afortunadamente existe cierto consenso en adoptar UML (Lenguaje Unificado de Modelado) como lenguaje único para todos los modelos o vistas. Sin embargo, un lenguaje generalista corre el peligro de no ser capaz de describir determinadas restricciones de un sistema de información (o expresarlas de manera incomprensible).

CAPITULO II

EVALUACIÓN DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE

2.1. MODELOS DE EVALUACIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE SOFTWARE

Una arquitectura de software es un componente del ciclo de vida que recoge decisiones de diseño significativas, es una parte crucial del proceso de desarrollo, ya que muchos de los atributos de calidad de software, como eficiencia, fiabilidad, portabilidad, entre otros, son de naturaleza arquitectónica.

Por tal motivo, es de gran importancia el realizar una correcta evaluación de la Arquitectura de Software de un sistema, y esto se logra, mediante el uso de modelos de evaluación arquitectónica que permiten obtener predicciones acerca de estos atributos de calidad, mediante la aplicación de técnicas formales como escenarios, modelos matemáticos, simulación, etc.

El evaluar una Arquitectura de Software sirve para prevenir todos los posibles desastres de un diseño que no cumpla con los requerimientos de calidad, para determinar que tan adecuada es la Arquitectura de Software de un sistema y para obtener información sobre donde está el riesgo, es decir fortalezas y debilidades identificadas en dicha Arquitectura de Software.

Después de una evaluación, se pueden tomar algunas decisiones como: si se puede seguir el proyecto con las áreas de debilidad dadas en la evaluación, si hay que reforzar la Arquitectura de Software o si hay que comenzar de nuevo toda la arquitectura.

A continuación se procede a detallar en forma general algunos de los modelos de evaluación posibles a utilizar.

2.1.1. SCENARIO – BASED ARCHITECTURE ANALISYS METHOD (SAAM). MODELO DE ANÁLISIS DE ARQUITECTURA BASADO EN ESCENARIOS

SAAM aparece como soporte a los conceptos arquitectónicos generales para un mejor entendimiento.

Las principales actividades del modelo giran en torno a los diferentes usuarios de interfaz arquitectónica, los mismos que son evaluados con respecto a la modificabilidad.

El modelo se encarga de verificar las teorías arquitectónicas básicas y principales comparando con la documentación que describe las propiedades deseadas de una aplicación, el análisis ayuda a establecer los riesgos esenciales para la arquitectura.

SAAM examina la arquitectura enfocado en puntos potencialmente dificultosos, como por ejemplo, conflictos de requerimiento o la especificación del diseño incompleta desde la perspectiva del arquitecto.

La capacidad de SAAM para evaluar el ajuste de la arquitectura con respecto a las propiedades deseadas de un sistema específico puede incluso ser utilizado para comparar diferentes arquitecturas.

Existen tres perspectivas definidas para describir las Arquitecturas de Software:

- Funcionalidad, se refiere a las actividades que realiza el sistema, una terminología simple y pequeña es utilizada para describir estructuras para un común nivel de entendimiento y para poder comparar diferentes arquitecturas.
- Una estructura estática podría representar a la Arquitectura de Software como por ejemplo: sistema de computación, componentes de datos, datos, control de conexiones y una estructura dinámica de cómo el sistema procede sobre el tiempo.

- La asignación de función para estructurar identidades de cómo el dominio funcional es realizado en la estructura de software, los componentes podrían ser descritos como procesos secuenciales.

2.1.1.1. Técnica de evaluación

Los escenarios representan la base para establecer las propiedades de la Arquitectura de Software, ilustran los tipos de actividades que el sistema debe soportar y los tipos de cambios anticipados que podrían ser realizados para el sistema. Durante el análisis, esto determina si un escenario requiere modificaciones a la arquitectura.

Se debe tener en cuenta que los escenarios que no requieren modificaciones son llamados directos y aquellos que requieren modificaciones son llamados indirectos.

2.1.1.2. Atributos de calidad.

Las características principales de este Modelo es la concentración de algunos atributos de calidad en forma de escenarios. Sin embargo, se ha considerado que la modificabilidad ha apaciguado los atributos de calidad analizados por SAAM.

SAAM concuerda con varios intereses de los grupos de arquitectos, así determina un común entendimiento de la arquitectura de software como una base para futuras decisiones.

2.1.1.3. Actividades del Modelo

Las principales entradas de SAAM son: descripción del problema, planteamiento de requerimientos y descripción de la arquitectura.

La Figura 2.1, presenta las entradas asociadas a las actividades de SAAM llevadas a cabo para una sola arquitectura o para la comparación de múltiples.

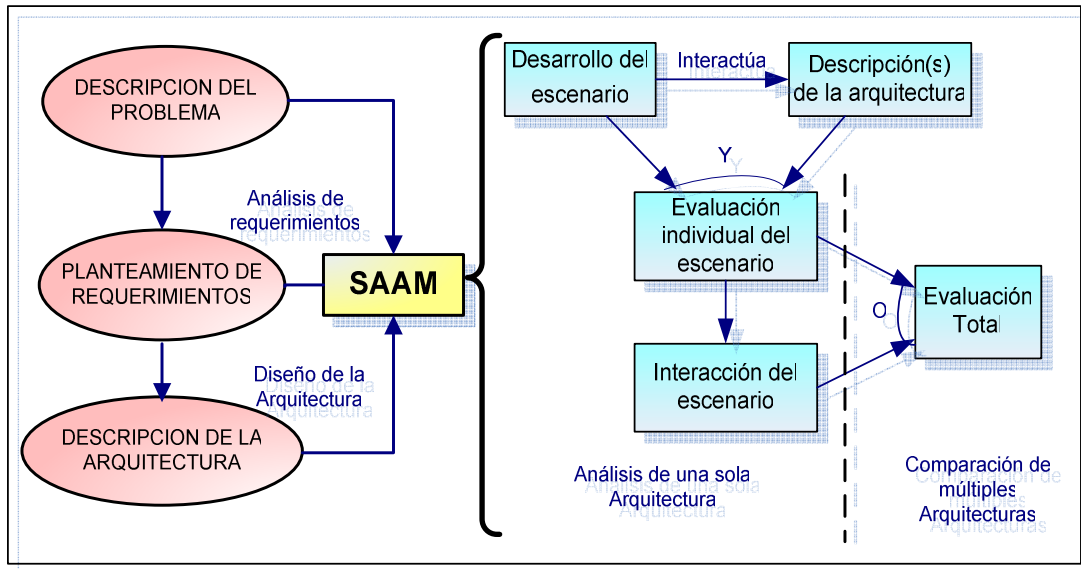


Figura 2.1: Entradas y Actividades del modelo SAAM.⁷

Para el análisis de una sola arquitectura de software, las actividades son:

- Desarrollo del escenario, SAAM requiere la presencia de todos los involucrados que identifican los posibles escenarios antes descritos.
- Descripción de la arquitectura de software, esto es recomendado para realizarse en paralelo con la primera actividad en un modo interactivo. La versión final de la descripción de la arquitectura de software junto con los escenarios sirve como entradas para las actividades subsecuentes del Modelo.
- SAAM evalúa un escenario para investigar que elementos arquitectónicos son afectados para dicho escenario.

⁷ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002

2.1.2. SAAM FOUNDED ON COMPLEX SCENARIOS (SAAMCS). SAAM ESTABLECIDO EN ESCENARIOS COMPLEJOS.

SAAMCS considera que la complejidad de los escenarios es el factor de riesgo más importante. SAAMCS es aplicado a la versión final de la arquitectura, el cual debe ser descrito detalladamente.

En este modelo, varios sistemas dentro de un dominio se encuentran integrados dentro de un ambiente anticipado, obteniendo así la descripción de la arquitectura de software dividida en macro arquitectura y micro arquitectura.

2.1.2.1. Técnica de evaluación.

SAAMCS es utilizado para los escenarios que son posiblemente complejos de realizar. Basado en el iniciador del escenario, descripción de la arquitectura de software, versión de conflictos y lista de clases de escenarios que son complicados de implementar.

2.1.2.2. Atributos de Calidad.

SAAMCS como atributo de calidad analiza la flexibilidad y además aprecia el desenvolvimiento de los involucrados e identifica el rol importante del iniciador de un escenario. El iniciador es la unidad organizacional que tiene más interés en la implementación de dicho escenario.

2.1.2.3. Actividades del Modelo.

La Figura 2.2, describe las entradas y actividades de SAAMCS.

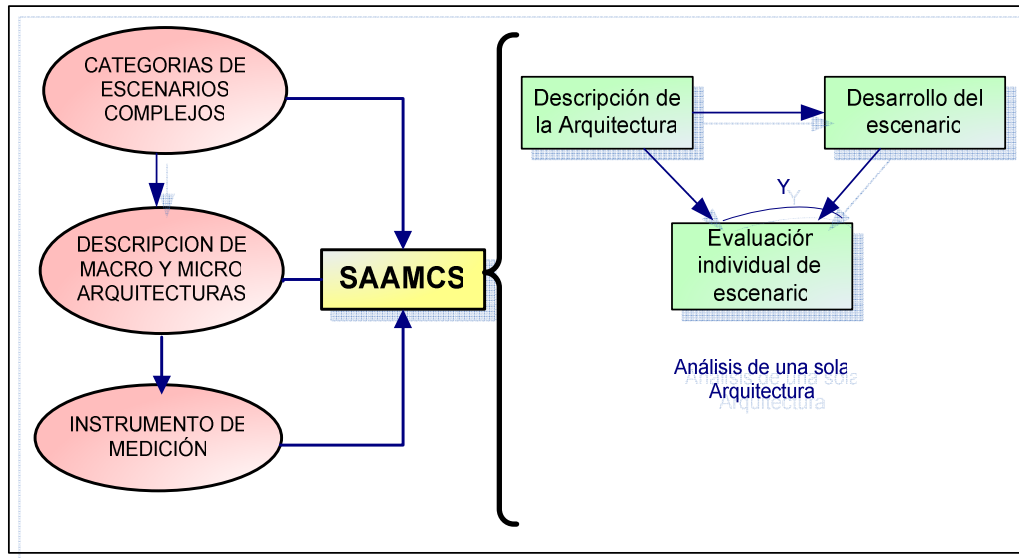


Figura 2.2: Entradas y Actividades del modelo SAAMCS.⁸

En el ambiente del escenario, se presentan dos estructuras dimensionales:

- Cuatro categorías de escenarios complejos,
 - a) Adaptaciones del sistema con efectos externos.
 - b) Adaptaciones del ambiente con efectos al sistema de la macro arquitectura
 - c) Adaptaciones del ambiente con efectos al sistema de la micro arquitectura.
 - d) La introducción de conflictos de versión.
- Cuatro causas de cambios que podrían ayudar a descubrir escenarios complejos que son definidos. Las fuentes de cambios son:
 - a) Requerimientos funcionales.
 - b) Requerimientos de calidad.
 - c) Componentes externos.
 - d) Ambiente técnico.

Con respecto a la evaluación del impacto del escenario, SAAMCS fija y usa un instrumento de medición para expresar el efecto de los escenarios.

⁸ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002.

El instrumento definido contiene factores que influyen la complejidad de escenarios.

Tres diferentes factores para la medición son identificados:

- Cuatro niveles de impacto del escenario:
 - a) No impacta.
 - b) Afecta un componente.
 - c) Afecta varios componentes.
 - d) Afecta a la arquitectura de software.
- El número de propietarios implicados en el sistema de información.
- Cuatro niveles con respecto a la presencia de conflictos de versión:
 - a) Sin problemas con diferentes versiones.
 - b) La presencia es indeseable pero no prohibida.
 - c) Crea conflictos relativos a la administración de la configuración.
 - d) Crea conflictos.

Los resultados son presentados de manera similar a la Tabla 2.1.

CAMBIO DEL ESCENARIO	INICIADOR	NIVEL DE MACRO ARQUITECTURA			NIVEL DE MICRO ARQUITECTURA		
		Nivel de impacto	Múltiples propietarios	Versión de conflictos	Nivel de impacto	Múltiples propietarios	Versión de conflictos
S1	Usuario	1	+/-	4	2	+/-	4
...

Tabla 2.1: Resultado de Evaluación de Escenario en SAAMCS⁹

⁹ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002.

2.1.3. EXTENDING SAAM BY INTEGRATION IN THE DOMAIN (ESAAMI). EXTENSION DEL SAAM PARA UNA INTEGRACIÓN EN EL DOMINIO (ESAAMI)

ESAAMI esta basado en el SAAM aplicado en un proceso de desarrollo arquitectónico céntrico que considera sólo la descripción del problema, planteamiento de requerimientos y descripción de la arquitectura. Es una combinación de conceptos analíticos y de reutilización, es realizado para integrar el SAAM en el dominio específico y procesos de desarrollo basados en la reutilización. El grado de reutilización es mejorado para una concentración en el dominio.

ESAAMI es similar a SAAM con respecto a la técnica de evaluación, atributos de calidad, los involucrados, y descripción de la arquitectura de software. Sin embargo posee una mejora con respecto a la reutilización del conocimiento del dominio definido por las arquitecturas de software y patrones de análisis. La Figura 2.3, describe las principales entradas de ESAAMI y las relaciones entre ellas.

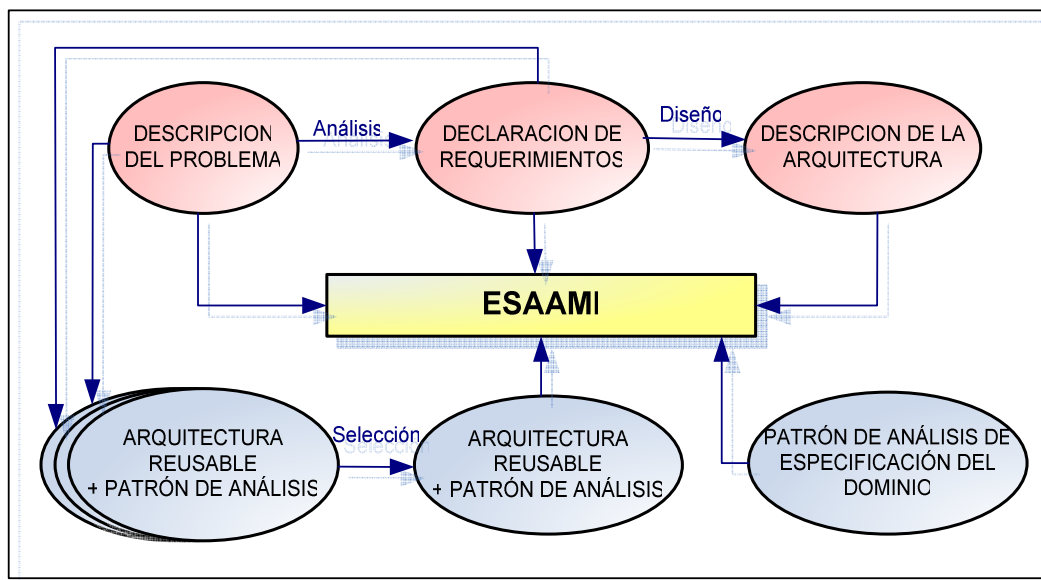


Figura 2.3: Principales entradas y relaciones del Modelo ESAAMI.¹⁰

¹⁰ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002

Una arquitectura de software reutilizable es empaquetada con un patrón de análisis sencillo enfocado en las características distintivas de la arquitectura. Todos estos paquetes representan las entradas para el proceso de selección de una arquitectura reutilizable. La arquitectura de software seleccionada es un punto de partida para el diseño de la arquitectura, siendo adaptada y redefinida para encontrar las nuevas propiedades del sistema.

Una arquitectura de software reutilizable a ser utilizada en el nuevo sistema es seleccionada en el primer paso de ESAAMI, esto debe ser garantizado a fin de que la arquitectura de software provea una base adecuada para el sistema que encuentra sus requerimientos. Tres factores influyen la reusabilidad de una arquitectura:

- Base común para una variedad de sistemas en un dominio.
- Flexibilidad suficiente para combatir las variaciones entre sistemas y la documentación de propiedades para hacer a la arquitectura de software disponible para la selección.
- Reusabilidad de la base de entendimiento existente.

ESAAMI propone paquetes de patrones de análisis los cuales representan los rasgos esenciales del dominio, un patrón de análisis es formulado en un nivel de abstracción definido para la común integración de los sistemas en el dominio y sin referencia a elementos arquitectónicos de un sistema específico.

Los patrones de análisis coleccionan productos reutilizables que pueden ser utilizados en los diferentes pasos del Modelo, estos productos son: proto-escenarios, proto-evaluaciones, valoraciones y sugerencias arquitectónicas.

Los proto-escenarios son descripciones genéricas de situaciones reutilizables o interacciones con el sistema, destinados para la fase de desarrollo del escenario del análisis de arquitectura luego de un refinamiento de procesos.

Los productos restantes son utilizados en la fase de evaluación del escenario y son identificados en los protocolos de las evaluaciones tempranas en diferentes

proyectos.

Para realizar un análisis comparable es necesario de las valoraciones establecidas en proyectos anteriores en el dominio.

2.1.3.1. Actividades del Modelo.

Son similares al SAAM, pero ellos consideran la existencia de una base de entendimiento reutilizable. Los resultados del análisis general son parte del sistema construido nuevamente

2.1.4. SOFTWARE ARCHITECTURE ANALYSIS METHOD FOR EVOLUTION AND REUSABILITY (SAAMER). MODELO DE ANÁLISIS DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE PARA LA EVOLUCIÓN Y REUSABILIDAD.

SAAMER es definido bajo el SAAM desde el punto de vista de dos atributos de calidad particulares, la evolución y reusabilidad.

SAAMER por otro lado sugiere que un sistema podría soportar cada uno de los objetivos de calidad o los niveles de riesgo para la evolución o la manera de reutilizarlo. Considera las siguientes vistas arquitectónicas como críticas:

- Las vistas estáticas, integran y extienden SAAM para dirigir la clasificación y generalización de componentes y funciones de un sistema y las conexiones entre componentes. Estas conexiones facilitan la estimación de costo y esfuerzo requerido para cambios a ser realizados.
- Las vistas dinámicas son apropiadas para la evaluación del aspecto del comportamiento, para validar el control y la comunicación a ser manejada en una manera esperada.
- Las vistas de mapeo entre componentes y funciones podrían revelar la inconsistencia y varios aspectos de conexión de un sistema.

2.1.4.1. Técnica de evaluación.

Los escenarios son la principal guía para evaluar varias áreas de arquitectura de software. Estos describen una importante funcionalidad que el sistema puede soportar, o reconocer donde el sistema puede necesitar ser cambiado sobre el tiempo.

Los escenarios y la vista estructural son efectivos en identificar componentes que necesitan ser modificados, o son útiles para prevenir y adaptar actividades de mantenimiento.

2.1.4.2. Atributos de calidad.

La evolución y reusabilidad son considerados. La evolución integra nuevos objetivos de calidad (mantenimiento y modificabilidad) obtenidos desde los expertos del dominio.

2.1.4.3. Actividades del Modelo.

SAAMER provee una estructura de actividades que son útiles para los procesos de análisis, esta estructura consiste de cuatro actividades:

- Reunir información sobre los involucrados, Arquitectura de Software, calidad, y escenarios.
- Modelar artefactos utilizables
- Realizar análisis.
- Realizar la evaluación.

Las dos últimas actividades son similares a SAAM, sin embargo en la fase de desarrollo del escenario de SAAMER se aplican dos técnicas:

- La generación del escenario está vinculada a varios tipos de objetivos: involucrados, arquitectura y calidad. Basado en los objetivos e

involucrados expertos en el dominio, los escenarios son identificados y agrupados para asegurar que cada objetivo se encuentre bien cubierto.

- La segunda técnica es aplicada para validar el balance de escenarios con respecto al objetivo.

Finalmente, los atributos de calidad son trasladados a escenarios para revelar el alcance de cada uno. Un factor de desequilibrio es calculado para cada atributo de calidad que permitirá establecer la prioridad de la calidad. Si el factor es menor de uno, más escenarios podrían ser descubiertos para dirigir el atributo de acuerdo a lo siguiente: el involucrado, arquitectura de software, y la importancia de calidad.

2.1.5. SCENARIO-BASED ARCHITECTURE REENGINEERING (SBAR). REINGENIERÍA DE LA ARQUITECTURA BASADA EN ESCENARIOS (SBAR)

Este modelo analiza el potencial del diseño arquitectónico para alcanzar los requerimientos en cuanto a la calidad de software.

Contribuye a una evaluación basada en escenarios de las cualidades de software de una determinada arquitectura en un sistema. Una particularidad de este modelo es que, para determinar la arquitectura de un sistema existente, el sistema por si mismo puede ser utilizado.

SBAR utiliza un diseño detallado de la arquitectura de software.

2.1.5.1. Técnica de evaluación.

Existen cuatro técnicas que permiten determinar los atributos de calidad:

- **Escenarios.** Recomendado para atributos de calidad de desarrollo, tales como mantenibilidad y reusabilidad. Los escenarios seleccionados especifican el significado actual del atributo.

- **Simulación.** Esta técnica completa el alcance basado en escenarios, siendo útil para la evaluación operacional de los atributos de software tales como rendimiento y tolerancia a fallos.
- **Modelos matemáticos.** Estos permiten una evaluación estática de modelos de diseño arquitectónico y son una alternativa para la simulación, puesto que ambos análisis son convenientes para determinar las cualidades de un software operacional. Para evaluar las cualidades de un software operacional, pueden utilizarse los modelos matemáticos desarrollados por varios grupos de investigación ya sea en operaciones de alto rendimiento, confiabilidad y sistemas de tiempo real.
- **Razonamiento basado en la experiencia.** Este se basa en la experiencia y el razonamiento lógico. Esta técnica es diferente de las otras porque es menos explícita y basada en factores subjetivos tales como la intuición y la experiencia y hace uso del conocimiento tácito de la gente.

2.1.5.2. Atributos de Calidad.

SBAR se enfoca en múltiples atributos de calidad de software. Un número de grupos de investigación de los atributos de calidad, han propuesto sus propios modelos para alcanzar sistemas de tiempo real, alto rendimiento, y reusables.

Todos estos modelos se enfocan en un solo atributo de calidad y trata el resto en forma secundaria. SBAR considera estas propuestas como insatisfactorias, porque un balance de varios atributos de calidad es necesario en el diseño de cualquier sistema realista.

2.1.5.3. Actividades del Modelo.

El proceso consiste en la definición de un grupo de escenarios para cada atributo de calidad de software, ejecutando manualmente los escenarios en la arquitectura e interpretando los resultados, esto se demuestra en la Figura 2.4.

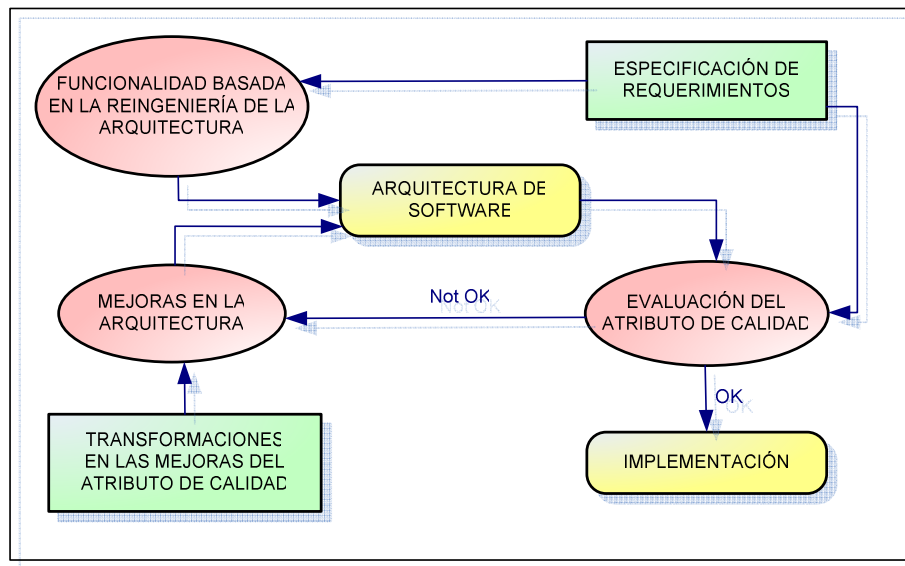


Figura 2.4: Actividades SBAR para el análisis y diseño de la arquitectura de software. ¹¹

El modelo puede ser ejecutado de las dos siguientes maneras:

- De manera completa, aquí un grupo de escenarios son definidos y combinados entre si cubriendo casos concretos de calidad de software. Si todos los escenarios son ejecutados sin problemas, el atributo de calidad de software es óptimo.
- De manera estadística, consiste en definir un grupo de escenarios que conforman una muestra representativa sin necesidad de cubrir todos los casos posibles. El cociente entre los escenarios que la arquitectura puede manejar y los que no pueden ser manejados bien por la arquitectura, provee un indicativo de cuan bien la arquitectura satisface los requerimientos de calidad de software.

Ambas posibilidades obviamente tienen desventajas, una desventaja de la primera posibilidad es que generalmente es imposible definir un grupo completo de escenarios. La definición de un grupo representativo de escenarios es el punto débil de la segunda posibilidad puesto que es confuso la forma en cómo se decide que grupo de escenarios es el representativo.

¹¹ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002.

El resultado de cada análisis de la arquitectura y escenarios son resumidos dentro de resultados totales, por ejemplo: el número de escenarios aceptados versus el número de escenarios no aceptados.

SBAR proporciona las pautas para mejorar la arquitectura de software, una estructura similar a la Tabla 2.2 es formulada para expresar los resultados.

La combinación del diseño y del análisis se realiza para un número de iteraciones hasta que la mayor parte de los escenarios para cada atributo de calidad sean satisfechos (+).

ATRIBUTO DE CALIDAD	ESCENARIO	NÚMERO DE ITERACIÓN			
		0	1	...	N
QA1	A1	-			+
	A2	-			+
	...	-	-	-	+
QA2	B1	+	+	+	+
	B2	-	-	-	-
	...	-	-	+	+
...

Tabla 2.2: Organización de los resultados del modelo SBAR.¹²

¹² Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002.

2.1.6. ARCHITECTURE LEVEL PREDICTION OF SOFTWARE MAINTENANCE (ALPSM).

PREDICCIÓN DEL NIVEL DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE EN MANTENIMIENTO.

ALPSM analiza la manteneabilidad de un sistema de software para determinar el impacto que tienen los escenarios en el nivel de la Arquitectura de Software. Utiliza el tamaño de los cambios para predecir el esfuerzo necesario para adaptar al sistema dentro de un escenario.

2.1.6.1. Técnica de Evaluación.

ALPSM define un perfil de mantenimiento, como un grupo de escenarios de cambio que representan tareas de mantenimiento. Un escenario describe una acción o una secuencia de acciones que pueden ocurrir con respecto al sistema, por lo tanto, un cambio de escenario describe una cierta tarea de mantenimiento.

En ALPSM solamente el diseñador esta involucrado en las actividades del modelo y es aplicado a la versión final de la arquitectura de software.

2.1.6.2. Actividades del Modelo.

El modelo tiene las siguientes entradas: especificación de requerimientos, descripción de la arquitectura, conocimiento de los Ingenieros de Software y los posibles datos históricos de mantenimiento, como se muestra en la Figura 2.5.

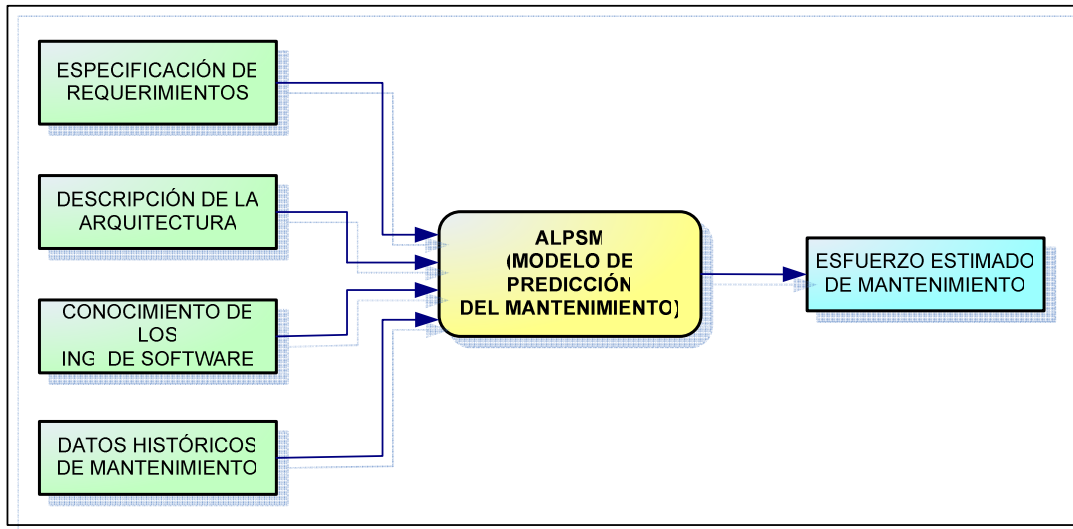


Figura 2.5: Entradas y resultados del modelo ALPSM.¹³

ALPSM consiste de los siguientes seis pasos:

- Identificación de categorías de las tareas de mantenimiento.
- Definición de los escenarios sintetizados.
- Asignación de peso a cada escenario.
- Estimación del tamaño de todos los elementos.
- Escritura de los escenarios.
- Cálculo del esfuerzo previsto del mantenimiento.

Los primeros pasos formulan las clases de cambios esperados basados en la aplicación o en la descripción del programa, luego para cada tarea de mantenimiento se define un grupo representativo de escenarios.

Los escenarios tienen asignados un peso basado en la probabilidad de que ocurran durante un intervalo de tiempo en particular.

Para poder determinar el tamaño de los cambios, se determina el tamaño de todos los componentes del sistema. Una de las tres técnicas siguientes puede

¹³ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002.

ser utilizada para estimar el tamaño de los componentes:

- Usar la técnica de valoración de la opción.
- Una adaptación de una métrica orientada a objetos.
- Cuando un dato histórico de aplicaciones similares o versiones anteriores está disponible, el tamaño de datos existente puede ser utilizado y extrapolado para nuevos componentes.

El esfuerzo total de mantenimiento está dado por el tamaño del impacto de los escenarios multiplicado por su probabilidad. El tamaño del impacto de la realización de cada escenario es calculado determinando los componentes que son afectados y los que al extenderse serán cambiados.

2.1.7. A SOFTWARE ARCHITECTURE EVALUATION MODEL (SAEM). MODELO DE EVALUACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE SOFTWARE (SAEM)

El proceso de evaluación de los requerimientos de calidad de la Arquitectura de Software está rigurosamente formalizado, se selecciona un modelo de calidad basado en el proceso de fijar un estándar de calidad de software y un marco conceptual que relacione los requerimientos de calidad, métricas y atributos internos de la arquitectura de software y el sistema final.

Los elementos requeridos para la evaluación de la calidad de un sistema de software, se basan en la especificación de un estándar, un modelo de calidad, un modelo de evaluación, métricas e instrumentos de apoyo.

SAEM establece las bases para evaluar la calidad de la arquitectura de software y predecir la calidad del sistema final.

Este modelo de Arquitectura de Software es considerado desde dos puntos de vista: del desarrollador y del usuario; por lo tanto, la Arquitectura de Software es un producto final o un producto intermedio en el proceso de desarrollo de un sistema de software.

El proceso de desarrollo de la arquitectura contiene a los atributos internos, así el resultado de la medida del proceso puede mejorar la arquitectura como forma de reingeniería.

Este modelo de evaluación asume la existencia previa de una especificación de calidad interna, la cual define atributos internos previstos con sus valores y sus procedimientos de evaluación.

2.1.7.1. Técnica de Evaluación.

SAEM intenta definir métricas de calidad basadas en la técnica GQM (goal-question-metric). El objetivo de las métricas es descubrir si ciertos atributos resuelven los valores de calidad especificados para cada característica del software.

2.1.7.2. Atributos de Calidad.

La especificación de la calidad está dividida en: calidad externa que expresa la vista del usuario y la calidad interna que expresa la vista del desarrollador. Los atributos de calidad interna están compuestos de elementos especiales (tales como elementos funcionales o elementos de datos) que denotan las características de calidad y las propiedades exclusivas resultado del proceso de desarrollo (tales como tamaño, modularidad, complejidad, acoplamiento y cohesión). Es necesario establecer una importancia relativa entre los atributos internos y sus valores.

2.1.7.3. Actividades del modelo.

SAEM provee un modelo de evaluación de la calidad basado en una colección de datos, medidas y análisis de los resultados.

El proceso de análisis está dividido en procesos internos y procesos externos y se adapta a las vistas de usuario o del desarrollador.

La especificación de requerimientos de calidad está relacionada con los

atributos internos que estarán presentes en la Arquitectura de Software, basándose en el conocimiento de expertos y en datos acumulados.

2.1.8. THE ARCHITECTURE TRADE-OFF ANALYSIS METHOD (ATAM). MODELO DE ANÁLISIS DE ACUERDOS (COMPENSACIONES) DE LA ARQUITECTURA (ATAM)

ATAM reconoce la necesidad de un análisis de acuerdos entre múltiples atributos de calidad de software cuando la Arquitectura de Software de un sistema está especificada y antes de que se haya desarrollado.

Este modelo está inspirado en tres áreas distintas: los estilos arquitectónicos, el análisis de los atributos de calidad y el modelo de evaluación SAAM.

ATAM expresa cuan bien una arquitectura particular satisface las metas de calidad y además provee ideas de cómo las metas de calidad interactúan entre ellas y como realizan concesiones mutuas (trade off) entre ellas.

Tener un modelo estructurado, permite hacer el análisis repetible y ayuda a asegurar que las preguntas sobre una arquitectura serán contestadas en forma temprana cuando es relativamente económico corregir problemas.

ATAM también puede ser utilizado para analizar sistemas legados, esta necesidad nace cuando el sistema legado necesita ser modificado o integrado con otro sistema, entre otras necesidades. Aplicar el ATAM incrementa el entendimiento de los atributos de calidad del sistema legado.

2.1.8.1. Técnica de Evacuación.

ATAM puede ser considerado un framework para diferentes técnicas de evaluación dependiendo de los atributos de calidad. Integra el mejor modelo teórico individual de cada atributo considerado en una forma eficiente y práctica.

Otra técnica de evaluación es el uso de escenarios, se pueden encontrar tres

tipos de escenarios que proveen al sistema de diferentes vistas arquitectónicas:

- **Casos de uso.** Los cuales implican las aplicaciones típicas del sistema y que son explotadas para obtener información.
- **Desarrollo de escenarios.** Los cuales cubren cambios anticipados.
- **Exploración de escenarios.** Los cuales cubren cambios extremos que se espera presionen o fuercen al sistema.

Esta técnica ayuda a obtener requerimientos vagos y no cuantificables dentro del sistema.

Los escenarios facilitan la comunicación entre los involucrados porque los obligan a convenir en su percepción sobre los requerimientos. Finalmente los escenarios exploran el espacio definido por un atributo del modelo ayudando a obtener los parámetros del modelo que no son parte de la Arquitectura de Software dentro de los términos concretos.

2.1.8.2. Atributos de Calidad.

Múltiples atributos de calidad son analizados por el modelo ATAM, entre estos podemos mencionar modificabilidad, seguridad, rendimiento y disponibilidad.

2.1.8.3. Actividades del Modelo.

Dentro de las actividades del modelo ATAM se consideran nueve pasos, estos pasos se dividen en cuatro grupos:

- **Presentación.** Se intercambia información.
 - a) Paso 1: Presentar el ATAM.
 - b) Paso 2: Presentar las pautas del negocio.
 - c) Paso 3: Presentar la arquitectura.
- **Investigación y análisis.** Se valoran los atributos claves requeridos de calidad uno a uno con las propuestas arquitectónicas.
 - a) Paso 4: Identificar las propuestas arquitectónicas.
 - b) Paso 5: Generar el árbol de utilidad de los atributos de calidad.

- c) Paso 6: Analizar las propuestas arquitectónicas.
- **Pruebas.** Se revisan los resultados obtenidos contra las necesidades relevantes de los involucrados.
 - a) Paso 7: Lluvia de ideas y priorización de escenarios.
 - b) Paso 8: Analizar las propuestas arquitectónicas.
- **Informes.** Se presentan los resultados del ATAM.
 - a) Paso 9: Presentar los resultados.

2.1.9. MODELO DE EVALUACIÓN BASADO EN EL MODELO ISO/IEC 9126 ADAPTADO A LAS ARQUITECTURAS DE SOFTWARE

Este modelo pretende evaluar arquitecturas de software candidatas que hacen uso del modelo de especificación de atributos de calidad adaptado del modelo ISO/IEC 9126.

Plantea una especificación de atributos de calidad haciendo uso de un modelo basado en estándares internacionales, ofrece una vista amplia y global de los atributos de calidad, tanto a usuarios como arquitectos del sistema, para efectos de la evaluación.

2.1.9.1. Atributos de Calidad.

Se contemplan dentro de este modelo los siguientes atributos de calidad: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, manteneabilidad y portabilidad.

2.1.9.2. Actividades del Modelo.

Dentro del modelo de evaluación basado en el modelo ISO/IEC 9126 adaptado a las arquitecturas de software, se pueden detallar siete actividades importantes:

- Analizar los requerimientos funcionales y no funcionales principales del sistema para establecer las metas de calidad.
- Utilizar el modelo de calidad ISO/IEC 9126 adaptado a las arquitecturas de software, definiendo así algunas métricas con mayor nivel de detalle.
- Presentar las arquitecturas candidatas iniciales.
- Construir la tabla comparativa para las arquitecturas candidatas.
- Establecer prioridades para las subcaracterísticas de calidad tomando en cuenta los requerimientos de calidad del sistema.
- Analizar los resultados obtenidos y resumidos en la tabla, de acuerdo con las prioridades establecidas.

2.2. SELECCIÓN DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE SOFTWARE.

Cada modelo presenta una particularidad en la definición de sus objetivos, pero aún así se puede identificar en todos una meta colectiva, que es la predicción de la calidad de un sistema para un mejor rendimiento.

La selección de un modelo conveniente depende de que tan bien se ajuste cada elemento de comparación con el contexto del problema.

Uno de los propósitos de usar un modelo de análisis de la Arquitectura de Software es disminuir el costo causado por las correcciones y aumentar la calidad del producto. Por esta razón un modelo:

- Debe poder ser utilizado en una fase temprana o mediana del proceso de diseño de la Arquitectura de Software (errores más pequeños y con menor costo).
- Debe soportar todos los posibles atributos de calidad o tantos como pueda (alcance de uso).
- Debe ser fácil de aplicar e integrar durante el proceso de diseño (le toma menos tiempo al diseñador).

Si todos estos criterios están soportados por un modelo, éste puede ser

elegido y aplicado.

En la Tabla 2-3, se presenta una comparación de los diferentes elementos con los cuales trabaja cada modelo.

Elementos de Comparación del Modelo	SAAM	SAAMCS	ESAAMI	SAAMER	ATAM	SBAR	ALPSM	SAEM
Técnica de evaluación incluida.	Escenarios	Escenarios	Escenarios	Escenarios	Integra técnicas de preguntas y medida existentes.	Depende de los escenarios de los atributos, modelos matemáticos, simuladores, y razonamiento objetivo.	Escenarios	Métricas. Diferentes métricas basadas en la técnica GQM.
Atributos de calidad	Modificabilidad	Flexibilidad	Similar al SAAM	Evolución y Flexibilidad	Múltiples atributos de calidad.	múltiples atributos de calidad	Mantenibilidad	Un modelo de calidad
Personas involucradas.	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos o solamente el diseñador.	Diseñador	Diseñador	No aplicable.
Fase del diseño de la Arquitectura de Software.	En la versión final de la arquitectura de Software	En la versión final de la Arquitectura de Software	En la versión final de la arquitectura de Software	En la versión final de la arquitectura de Software	En la versión final o combinada con el diseño de la Arquitectura de Software en un proceso iterativo de mejora.	Combinado con el diseño de la Arquitectura de Software en un proceso iterativo de mejora y reingeniería	Durante el diseño para predecir el mantenimiento de software adaptable y perfectible.	En la versión final de la Arquitectura de Software.
Evaluación del impacto de los escenarios	Relaciones	Relaciones, dueños, versiones	Similar al SAAM	Estima el costo requerido para un cambio a realizarse.	Similar al SAAM cuando se aplica	Optimizado	Estima el tamaño de los componentes y la extensión a la cual ellos afectan.	No aplicable.
Reusabilidad de la existencia de conocimiento base.	No considerado	No considerado	Plantillas de análisis y Arquitecturas de Software reusables en el dominio.		Un conjunto de pre-paquetes de análisis y preguntas con conocimiento de la solución.	No considerado	No considerado	No aplicable.

Tabla 2.3: Modelos de Evaluación de la Arquitectura de Software.¹⁴

¹⁴ Información Obtenida de: DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". Vol 28, N° 7, Julio 2002

Solamente un criterio de selección podría ser insuficiente para indicar que modelo es el más conveniente para un determinado propósito.

Las técnicas de evaluación incluidas, la facilidad con la cual cada actividad de un modelo es realizada y la existencia de conocimiento base pueden representar otro criterio que debe ser considerado en el proceso de selección.

Luego de una descripción general de las principales características de los posibles modelos de evaluación de arquitectura de software a utilizar, se puede destacar las siguientes conclusiones:

El análisis realizado con el model SAAM ayuda a establecer los riesgos esenciales para una arquitectura, por medio, de la utilización de escenarios directos e indirectos centrandose como atributo de calidad la flexibilidad.

En conclusión luego de haber realizado un detallado análisis de los posibles modelos de evaluación de arquitectura de software a aplicar, se ha seleccionado como modelo a seguir al ATAM (Architecture TradeOff Analysis Method), debido a que apoya a los involucrados en el proyecto con relación a los efectos causados de las decisiones arquitectónicas respecto a atributos de calidad no funcionales del sistemas como: desempeño, disponibilidad, seguridad, facilidad de mantenimiento, etc.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODELO DE EVALUACION SELECCIONADO

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN.

El Modelo de Análisis de tradeoffs ATAM es uno de los modelos más importantes en el área de la evaluación de la arquitectura del software.

El ATAM se encarga de extraer un conjunto de requerimientos de calidad de múltiples dimensiones, luego analiza los efectos de cada requerimiento por separado, y por último entiende las interacciones de estos requerimientos.

Este método de evaluación obtiene su nombre no solo porque informa cuan bien una arquitectura particular satisface los atributos de calidad, sino por que también provee ideas de cómo esos atributos interactúan entre si.

Una evaluación de arquitectura utilizando el ATAM reúne de manera simultánea a un equipo preparado de evaluación, arquitectos y representantes de varios grupos de stakeholders (involucrados) en la arquitectura.

3.1.1. PROPÓSITO DEL ATAM

El propósito del ATAM es mejorar la arquitectura de un sistema en particular, determinando las consecuencias de las decisiones arquitectónicas en relación a los requerimientos de los atributos de calidad.

Es un método que permite identificar los riesgos, es decir, es un medio para detectar las áreas de riesgo potencial dentro de la arquitectura de un sistema de software complejo.

Ventajas

- Puede ser aplicado en una etapa temprana del ciclo de vida de desarrollo de software.
- Permite entender la manera en como afectan las decisiones de diseño arquitectónico a un atributo de calidad.
- Permite identificar riesgos potenciales, los cuales son decisiones arquitectónicas de gran importancia que no han sido ejecutadas o que han sido ya ejecutadas, pero que sus consecuencias no son entendidas en su totalidad.
- Identificación de riesgos tempranos en el ciclo de vida, los cuales afectarían al logro parcial o total de las metas de un negocio.
- Esclarece los requerimientos de atributos de calidad, además mejora la documentación de la arquitectura y mejora la documentación base de las decisiones arquitectónicas.
- Analiza que tan bien una arquitectura de software satisface las metas de calidad y analiza la interacción entre ellas y los efectos que causan.
- Incrementa la comunicación entre los stakeholders (involucrados).

3.2. ATRIBUTOS DE CALIDAD.

Debido a que el ATAM se encuentra enfocado en los requerimientos de los atributos de calidad, es necesario realizar una precisa caracterización de cada atributo.

3.2.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD

Para evaluar un diseño arquitectónico respecto a los requerimientos de un atributo de calidad, es necesario tener una caracterización precisa de los atributos de calidad, es decir, se debe entender la forma de medir u observar un atributo y además entender los impactos de varios tipos de decisiones sobre él.

La caracterización de un atributo de calidad ayuda a garantizar el alcance de un atributo. La Figura 3.1, muestra los elementos que permiten una caracterización adecuada de los atributos de calidad.

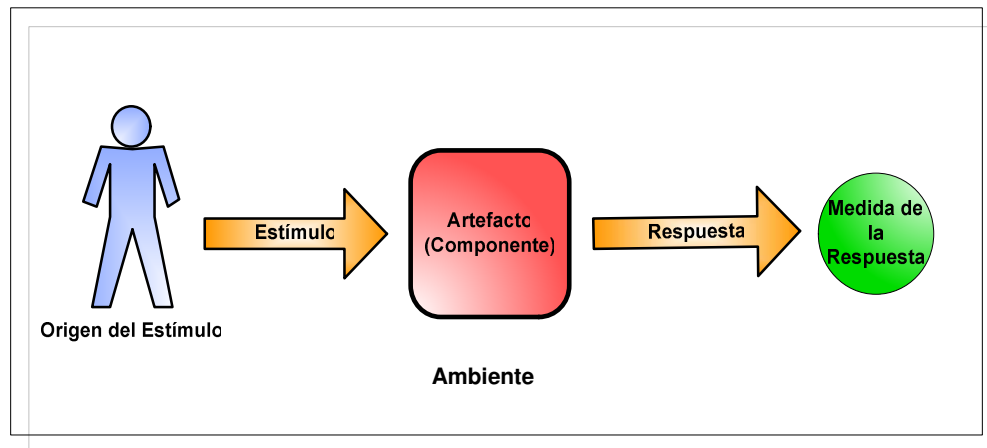


Figura 3.1: Elementos para la caracterización de atributos de calidad

A continuación se especifica cada uno de los elementos de caracterización para cada atributo de calidad.

3.2.1.1. Caracterización de la Disponibilidad

La disponibilidad de un sistema es la probabilidad de que sea operacional, cuando sea necesario.

PARTE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES VALORES
Origen del Estimulo	Se diferencia entre indicaciones internas y externas de fallas ya que la respuesta puede ser diferente.	Mensaje inesperado que llega desde fuera del sistema.
Estimulo	Falla que se produce en el sistema.	Omisión: un componente falla y no puede responder a una entrada. Desplome: el componente sufre fallas repetidamente. Sincronización: un componente responde, pero la respuesta es muy temprana o muy tarde.
Artefacto (Componente)	Especifica el recurso que es requerido, para estar altamente disponible.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesador del sistema ✓ canales de comunicación ✓ almacenamiento persistente ✓ procesos, etc.
Ambiente	Es el estado del sistema cuando la falla ocurre.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Operación Normal ✓ Modo degradado
Respuesta	Las posibles reacciones a una falla del sistema.	El sistema debería detectar los eventos y hacer una o mas de lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Registrarlo ✓ Notificar a las partes apropiadas, usuarios y otros sistemas ✓ Deshabilitar el origen de los eventos que causan la falla o avería según reglas definidas. ✓ Estar inaccesible en un intervalo especificado, donde el intervalo depende de la criticalidad del sistema. ✓ Continuar las operaciones en modo normal o degradado.
Medida de la respuesta	Puede especificar el porcentaje de disponibilidad, o puede especificar un tiempo de reparación, los tiempos durante los cuales el sistema debe estar disponible, o la duración de este tiempo disponible del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Intervalo de tiempo en el que el sistema debe estar disponible. ✓ Tiempo disponible. ✓ Intervalo de tiempo en el cual el sistema puede estar en modo degradado. ✓ Tiempo de recuperación.

Tabla 3.1: Caracterización de la Disponibilidad de un Sistema.

3.2.1.2. Caracterización de la Modificabilidad

La Modificabilidad trata sobre el costo de los cambios en el sistema.

PARTE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES VALORES
Origen del Estimulo	Especifica quien hace los cambios.	Puede ser un desarrollador, un administrador del sistema o un usuario final.
Estimulo	Especifica los cambios a ser realizados.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Añadir / eliminar / modificar / variar la funcionalidad y capacidad. ✓ Incrementar el número de usuarios conectados simultáneamente. ✓ Cambios producidos por los atributos del sistema que incrementan la respuesta, disponibilidad, etc.
Artefacto (Componente)	Especifica que es lo que ha cambiado.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interfaz de usuario del sistema ✓ Plataforma ✓ Ambiente ✓ Sistema que interopera con otros sistemas.
Ambiente	Especifica cuando el sistema puede ser cambiado.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En runtime. ✓ En tiempo de compilación. ✓ En tiempo de construcción. ✓ En tiempo de diseño.
Respuesta	Quien quiera que realice los cambios, debe entender como hacerlo, entonces lo hace, lo prueba y lo despliega.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localizar lugares en la arquitectura que se modificaran. ✓ Realizar modificaciones sin afectar la funcionalidad. ✓ Probar la modificación. ✓ Desplegar la modificación.
Medida de la respuesta	Todas las posibles respuestas toman tiempo y costo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Costo en término de número de elementos modificados, esfuerzo, dinero; ✓ Grado en el cual éste afecta a otras funciones o atributos de calidad.

Tabla 3.2: Caracterización de la Modificabilidad de un Sistema.

3.2.1.3. Caracterización del Desempeño

El desempeño trata sobre la sincronización. Los eventos (interrupciones, mensajes, solicitudes de los usuarios, etc.) ocurren, y el sistema debe responder a ellos. Hay una variedad de caracterizaciones de la llegada de los eventos y la respuesta, pero básicamente desempeño se refiere a cuanto tiempo toma el sistema en responder cuando un evento ocurre.

PARTE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES VALORES
Origen del Estimulo	Especifica un origen interno o externo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Grupos de usuarios ✓ Otros sistemas
Estímulo	Son los eventos que llegan. El patrón de llegada puede ser caracterizado como periódico, estocástico o esporádico.	Inicio de transacciones.
Artefacto (Componente)	El artefacto es siempre los servicios del sistema.	Servicios del Sistema: Correo, HTTP, FTP, etc.

PARTE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES VALORES
Ambiente	El sistema puede estar en varios modos operacionales.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modo normal ✓ Modo emergente ✓ Modo sobrecargado.
Respuesta	El sistema debe procesar los eventos que llegan. Esto puede causar un cambio en el ambiente del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Procesar el estímulo ✓ Cambiar el nivel de servicio. ✓ Cambiar el ambiente del sistema
Medida de la Respuesta	Es el tiempo que el sistema toma, para procesar los eventos de llegada (latencia o un plazo para el cual el evento debe ser procesado), el número de eventos que pueden ser procesados dentro de un intervalo particular de tiempo (rendimiento), o una caracterización de los eventos que no pueden ser procesados (pérdida de transacciones).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Latencia ✓ Rendimiento del procesamiento ✓ Transacciones perdidas.

Tabla 3.3: Caracterización del Desempeño de un Sistema.

3.2.1.4. Caracterización de la Seguridad

La seguridad es la medida de la capacidad del sistema para resistir el uso desautorizado mientras proporciona sus servicios a los usuarios legítimos.

PARTE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES VALORES
Origen del Estímulo	El origen del ataque puede ser un humano u otro sistema. Este puede ser previamente identificado (correcta o incorrectamente) o puede ser actualmente desconocido.	<p>El individuo o el sistema que es :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Correctamente identificado ✓ Identificado incorrectamente ✓ De identidad desconocida que es interna o externa ✓ Autorizada o desautorizada ✓ Con acceso a recursos limitados o recursos extensos.
Estímulo	Es un ataque o un atentado por romper la seguridad. Se caracteriza ésto como una persona o sistema desautorizado que intenta desplegar información, cambiar y/o eliminar información, acceder a servicios del sistema, o reducir la disponibilidad de los servicios del sistema.	<p>Usuario que:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Intenta desplegar los datos ✓ Cambiar/eliminar datos ✓ Acceder a servicios del sistema ✓ Reducir la disponibilidad de los servicios del sistema.
Artefacto (Componente)	El objetivo del ataque puede ser, los servicios del sistema o los datos que contiene.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Servicios del sistema ✓ Datos dentro del sistema.
Ambiente	El ataque puede llegar cuando el sistema esté en servicio o fuera de servicio, conectado o desconectado de la red, dentro o fuera del área del firewall de la red.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En servicio o fuera de servicio ✓ Conectado o desconectado ✓ Dentro o fuera del firewall.

PARTE DEL ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES VALORES
Respuesta	<p>Usar servicios sin autorización o evitar que usuarios legítimos usen servicios, es una meta diferente de ver los datos sensitivos o de modificarlos.</p> <p>Además, el sistema debe autorizar a usuarios legítimos y otorgarles acceso a los datos y servicios, al mismo tiempo que rechaza a usuarios no autorizados, denegándoles el acceso y reportando el acceso no autorizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Autentica a usuarios ✓ Oculta la identidad de los usuarios ✓ Bloquea el acceso a los datos y/o servicios ✓ Permite el acceso a los datos y/o servicios ✓ Concede o retira permisos para acceder a los datos y/o servicios ✓ Registra el acceso y modificaciones ✓ Almacena los datos en un formato inaccesible ✓ Reconoce la inexpandible alta demanda de servicios e informa a un usuario o a otro sistema ✓ Restringe la disponibilidad de servicios.
Medida de la Respuesta	Incluyen la dificultad de montar varios ataques y la dificultad de sobrevivir a estos.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo, esfuerzo, recursos requeridos para evitar medidas de seguridad con probabilidad de acceder; ✓ Probabilidad de detección de ataques ✓ Probabilidad de detectar al individuo responsable del ataque o acceso y modificación de datos y/o servicios ✓ Porcentaje de servicios que aún están disponibles bajo un ataque ✓ Recuperación de información o servicios ✓ Grado en el cual la información o servicios se dañaron y/o el acceso legítimo se negó.

Tabla 3.4: Caracterización de la Seguridad de un Sistema

3.3. OBJETOS DE ANÁLISIS.

Para una evaluación de una arquitectura de software el ATAM utiliza los siguientes objetos de análisis:

- **Escenarios.** Permiten fomentar la comunicación entre los involucrados y los cambios respecto a los requerimientos de un atributo de calidad.
- **Estilos arquitectónicos.** Son plantillas para un conjunto de decisiones arquitectónicas dirigidas a satisfacer algunos requerimientos de un atributo de calidad.

3.3.1. ESCENARIOS

Un escenario es una pequeña expresión que describe una interacción de uno de los involucrados con el sistema.

Los escenarios proveen un medio para concretar la calidad del tiempo de desarrollo mínimo como la modificabilidad, estos representan usos actuales y futuros de un sistema. Los escenarios son también útiles en entender la calidad del tiempo de ejecución, como el desempeño o disponibilidad, esto se debe porque los escenarios especifican los tipos de operaciones sobre los cuales el desempeño necesita ser medido, o los tipos de fallas que el sistema podría haber resistido.

3.3.1.1. Tipos de Escenarios.

Escenarios de casos de uso

Los casos de uso describen una interacción destinada al usuario con la completa ejecución del sistema, es decir, implican usos típicos del sistema existente y son utilizados para extraer información. Estos escenarios expresan un deseo específico de todos los involucrados (ejemplo: disponibilidad, usabilidad, desempeño, etc).

Para los escenarios de casos de uso se debe tener muy claro el estímulo, las condiciones ambientales, y la manifestación medible u observable de la respuesta.

Escenarios de crecimiento

Los escenarios de crecimiento representan los cambios futuros típicamente anticipados de un sistema, como modificaciones previstas, cambios en funcionamiento o disponibilidad, cambios de plataformas, integración con otro software, etc. Cada escenario podría tener consecuencias relacionadas con otros atributos de modificabilidad (ejemplo: desempeño, seguridad y confiabilidad).

Escenarios Exploratorios

La meta de estos escenarios es descubrir los límites o condiciones límites del diseño actual de una arquitectura, además se adelanta a los acontecimientos de lo que podría darse posteriormente en la arquitectura (ejemplo: nuevos requerimientos extensos de funcionamiento o disponibilidad, cambios fuertes en la infraestructura o misión del sistema, etc).

Los sistemas no son nunca concebidos para manejar estos tipos de modificaciones, pero para algún punto en el futuro estos podrían ser requerimientos realistas a cambiar.

Los escenarios exploratorios permiten encontrar puntos de sensibilidad y puntos de tradeoffs, la identificación de estos puntos ayuda a determinar los límites del sistema con respecto a los modelos de atributos de calidad que se construyen.

3.3.1.2. Elicitación y Priorización de Escenarios.

Los escenarios son elicitados y priorizados por el ATAM utilizando diferentes mecanismos en diferentes tiempos con la participación de diferentes stakeholders. Los dos mecanismos utilizados son el utility tree y la lluvia de ideas estructurada, la Tabla 3-1 presenta las principales diferencias entre los dos mecanismos:

	UTILITY TREE	LLUVIA DE IDEAS
Stakeholders	Arquitectos, líder del proyecto	Todos los stakeholders
Tamaño típico del grupo	2 evaluadores; 2-3 personas del proyecto.	4-5 evaluadores; 5-10 personas relacionadas con el proyecto.
Objetivos primarios	Elicitar, concretar y priorizar los requerimientos de los atributos de calidad que conducen el proyecto. Proveer un enfoque para el resto de la evaluación.	Fomenta la comunicación entre los stakeholders para validar los objetivos de los atributos de calidad obtenidos mediante el utility tree.
Propuestas	Top-down(general a específico)	Bottom-up (específico a general)

Tabla 3.5: Utility tree vs. Lluvia de ideas de escenarios

3.3.1. ESTILOS ARQUITECTÓNICOS

Un estilo arquitectónico incluye una descripción de tipos de componentes y su topología, una descripción de patrones de datos, control de la interacción entre los componentes, y una descripción informal de los beneficios y desventajas de utilizar un estilo. Estos sirven para sintetizar estructuras de soluciones y definen los patrones posibles de las aplicaciones. Permiten evaluar arquitecturas alternativas con ventajas y desventajas conocidas ante diferentes conjuntos de requerimientos no funcionales

Un estilo puede ser un conjunto de restricciones en una arquitectura, en los tipos de componentes y sus interacciones, estas restricciones definen un conjunto de arquitecturas satisfactorias. Para obtener los estilos arquitectónicos se debe especificar las estrategias que la arquitectura ha utilizado para satisfacer las metas de desempeño, modificabilidad, disponibilidad, etc.

Luego de haber identificado un conjunto de estilos arquitectónicos o estrategias, se debe realizar un conjunto de preguntas que servirán para depurar el entendimiento de la arquitectura. Una explicación más amplia sobre los estilos arquitectónicos se encuentra en el Capítulo I: *Marco Teórico*, en la sección 1.3: *Estilos y Patrones Arquitectónicos*.

3.3.2. ÁRBOL DE UTILIDAD

El árbol de utilidad (utility tree) provee un mecanismo top-down para traducir directa y eficientemente las metas del negocio a un sistema de escenarios concretos de atributos de calidad.

Antes de determinar la arquitectura de un sistema, estas metas deben ser lo mas concretas y especificas posibles. Por otra parte se requiere entender la importancia relativa de estas metas con otras metas de los atributos de calidad, tales como rendimiento, para determinar donde se debe enfocar la atención durante la evaluación de la arquitectura. El utility tree ayuda a concretar y priorizar las metas de calidad.

Las salidas de la generación del utility tree proveen una lista priorizada de escenarios que sirve como un plan para el resto del ATAM. Este informa al equipo ATAM donde invertir su tiempo y como probar las propuestas y riesgos arquitectónicos. El utility tree guía a los evaluadores a observar las propuestas arquitectónicas implicadas con los escenarios de más alta prioridad y los niveles del utility tree.

Por otro lado el utility tree sirve para concretar los requerimientos de los atributos de calidad, forzando al equipo de evaluación y al cliente a redefinir sus requerimientos de forma más exacta.

En la Figura 3.2, se muestra gráficamente el concepto de Utility Tree.

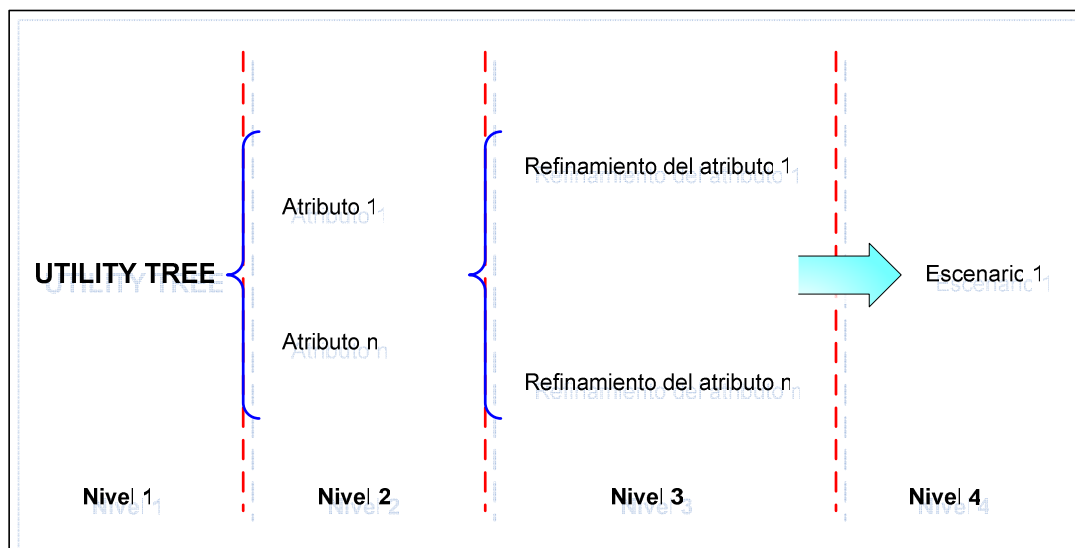


Figura 3.2: Concepto del Utility Tree

3.3.3. LLUVIA DE IDEAS DE ESCENARIOS

Mientras la generación del utility tree es principalmente utilizado para entender como el arquitecto percibe y maneja los atributos de calidad que conducen la arquitectura, el propósito de la lluvia de ideas de escenarios es entender como la mayor cantidad de stakeholders perciben esta arquitectura.

La lluvia de ideas de escenarios trabaja con grupos de mayor cantidad de

involucrados, creando una atmósfera en la cual las ideas de una persona estimulan el pensamiento del resto. El proceso fomenta la comunicación, creatividad y sirve para conocer el pensamiento de todos los participantes.

La lista priorizada de escenarios de la lluvia de ideas es comparada con la lista generada en el utility tree dando a descubrir escenarios adicionales de gran importancia.

3.3.4. SALIDAS DEL ATAM

El ATAM ayuda a una organización a desarrollar un sistema de análisis razonado y de pautas que ayudan a la toma de decisiones de la arquitectura, a continuación se detalla las salidas del ATAM.

3.3.1.3. Riesgos y No Riesgos

Los riesgos son decisiones arquitectónicas potencialmente problemáticas mientras que los no-riesgos son buenas decisiones y se encuentran generalmente implícitas en la arquitectura. Ambos deben ser entendidos y registrados explícitamente.

La documentación de riesgos y no riesgos debe constar de:

- Una decisión arquitectónica (o una decisión que no haya sido realizada).
- Una respuesta específica del atributo de calidad que esté siendo tratada por esa decisión, junto con las consecuencias de dicha respuesta.
- Un análisis razonado del efecto positivo o negativo de la decisión que resuelve el requerimiento del atributo de calidad.

3.3.1.4. Puntos de sensibilidad y puntos de compensación

Un punto de sensibilidad es la característica de uno o más componentes (y/o relaciones entre componentes) que es crítica para alcanzar una respuesta de un atributo de calidad en particular. Por ejemplo: El nivel de confidencialidad en una red virtual privada puede ser sensitivo al número de bytes de encriptación. Los puntos de sensibilidad indican el lugar en donde enfocar la atención del diseñador o analista cuando intenta entender el logro de un objetivo de calidad.

Los puntos de sensibilidad utilizan el lenguaje de caracterización de atributos, es decir, al aplicar el ATAM se utiliza la caracterización de atributos como medio para sugerir preguntas y análisis que ayuden a obtener los puntos de sensibilidad potenciales.

Un punto de compensación (tradeoff) o de compensación es una característica que afecta a más de un atributo, además de que es un punto de sensibilidad para más de un atributo. Los puntos de compensación son las decisiones más críticas que se puede tomar en una arquitectura.

Los tres componentes utilizados para encontrar los riesgos, puntos de sensibilidad y puntos de tradeoff son presentados en la Figura 3.3 los cuales son: escenarios de alta prioridad, preguntas de atributos específicos (como guía para la caracterización de los atributos) y las propuestas arquitectónicas.

Durante la evaluación el arquitecto redefine los escenarios a través de un subconjunto de arquitecturas representadas por las propuestas, para esto el arquitecto debe identificar los componentes y los conectores involucrados en la realización de escenarios.

Algunas de las respuestas a estas preguntas conducen a identificar puntos de sensibilidad, algunos de los cuales resultarán ser riesgos y/o puntos de compensación.

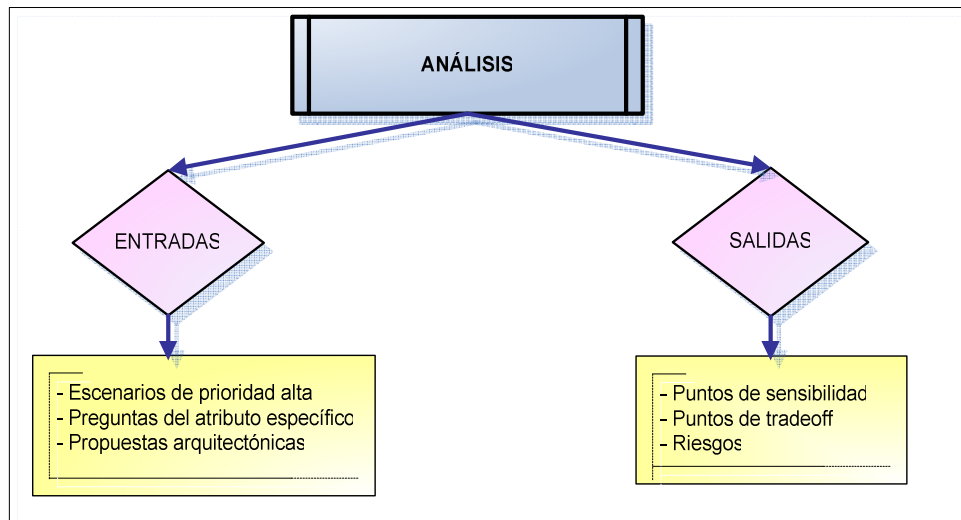


Figura 3.3: Ejemplo de plantilla de presentación del caso del negocio.¹⁵

3.4. FASES DEL MODELO DE EVALUACIÓN.

Las actividades que se desarrollan en las fases del modelo ATAM se encuentran centralizadas en nueve pasos, los cuáles no poseen un orden secuencial de proceso en cascada, pero además son bastante dinámicos y podrían interactuar entre ellos.

La importancia de estos pasos está en delinear claramente las actividades implicadas en el modelo ATAM junto con las salidas o resultados de estas actividades.

La cantidad de tiempo que toma el aplicar el modelo ATAM varía dependiendo del tamaño del sistema, la madurez de la arquitectura y el estado de su descripción. Sin embargo, el ATAM más eficaz será el que posea, entre el equipo del ATAM y el cliente, una comprensión común de la arquitectura durante la fase inicial de la evaluación, para después establecer una reunión más formal de evaluación con todos los stakeholders.

¹⁵ Información obtenida de Rick Kazman, Mark Klein, Paul Clements (2000). ATAM: Method for Architecture Evaluation. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Obtenido de: www.sei.cmu.edu/publications/documents/00.reports/00tr004.html

A continuación se detallan las actividades del modelo ATAM, en nueve pasos, divididos en cuatro fases:

3.4.1. FASE 1: PRESENTACIÓN

3.4.1.1. Paso 1: Presentación del ATAM

En este paso el equipo de evaluación presenta el ATAM a los involucrados, se utiliza este tiempo para explicar el proceso que cada uno seguirá, se da tiempo para contestar preguntas, y fijar el contexto y las expectativas para el resto de las actividades.

Es importante que cada uno conozca la información que será recogida, cómo será estructurada, y a quién será reportada. El paso de presentación del ATAM, permitirá describir los siguientes puntos:

- Los pasos del ATAM en un documento.
- Las técnicas que serán utilizadas para la elicitación y el análisis de requerimientos (ejemplo: generación de “utility tree”, acercamiento basado en la elicitación y el análisis arquitectónico, lluvia de ideas y priorización de escenarios).
- Las salidas de la evaluación (ejemplo: escenarios elicitados y priorizados, preguntas utilizadas para entender y evaluar la arquitectura, utility tree, descripción y priorización de los requerimientos que guían la arquitectura, conjunto de estilos arquitectónicos identificados, conjunto de riesgos y de no-riesgos descubiertos, conjunto de puntos de sensibilidad y diferentes compensaciones descubiertas).

3.4.1.2 Paso 2: Presentación de las pautas del negocio

Todos los involucrados deben entender el sistema ha ser evaluado, en este paso el administrador del proyecto presenta una descripción del sistema bajo la perspectiva del negocio.

El sistema por sí mismo deberá presentar inicialmente un alto nivel de abstracción, describiendo típicamente los siguientes puntos:

- Requerimientos funcionales más importantes.
- Claves técnicas, directivas, políticas o económicas
- Metas y contexto del negocio.
- Involucrados más importantes
- Pautas arquitectónicas (metas importantes de los atributos de calidad que conforman la arquitectura).

a) Paso 2.1: Presentación del Caso o Arquitectura del negocio.

Para asegurar la calidad, la consistencia y el volumen de la información presentada en el paso 2 y 3 (presentación de las pautas del negocio y presentación de la arquitectura) se proporcionan plantillas para la recolección de documentación, a los expositores. Un ejemplo de plantillas de documentación se presenta en la Figura 3.4.

Presentación de las Pautas y Contexto del Negocio.

- Descripción del ambiente de negocio, historia, diferenciadores del mercado, pautas de los requerimientos, involucrados, necesidad actual y cómo el sistema propuesto resolverá esas necesidades o requerimientos.
- Descripción de las claves del negocio (ejemplo. tiempo en el mercado, demandas de los clientes, estándares, costos, etc.).
- Descripción de las claves técnicas (ejemplo. interoperatividad con otros sistemas, requerimientos de hardware o plataforma de software, reutilización de código, herencia, etc.).
- Atributos de calidad deseados (ejemplo. funcionamiento, disponibilidad, seguridad, modificabilidad, interoperabilidad, integrabilidad) y qué necesidades del negocio se derivan de estos.
- Glosario.

Figura 3.4: Ejemplo de plantilla de presentación del caso del negocio.¹⁶

¹⁶ Información obtenida de Rick Kazman, Mark Klein, Paul Clements (2000). ATAM: Method for Architecture Evaluation. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Obtenido de: www.sei.cmu.edu/publications/documents/00.reports/00tr004.html

3.4.1.3 Paso 3: Presentación de la Arquitectura

El arquitecto o todo el equipo de arquitectura deberán presentar en detalle la composición de la arquitectura, esta presentación depende de la cantidad de información que se ha decidido presentar y documentar, además del tiempo disponible y de la cantidad de riesgos que enfrenta el sistema.

Este es un paso importante ya que la cantidad de información arquitectónica disponible y documentada afectará directamente al análisis. El equipo de evaluación necesitará con frecuencia especificar la información arquitectónica adicional que se requiere ser recolectada y documentada antes de que se realice un análisis más substancial.

La presentación de la arquitectura debe cubrir:

- Claves técnicas tales como Sistema Operativo, hardware, o middleware prescrito para su uso.
- Otros sistemas operativos con los cuales el sistema debería interactuar.
- Propuestas arquitectónicas que resuelvan requerimientos sobre atributos de calidad.

En este paso, el equipo de evaluación realiza el análisis inicial de los acercamientos arquitectónicos.

Un ejemplo de plantilla para la presentación de la arquitectura se muestra en la Figura 3.5, la misma que provee una plantilla apropiada para los involucrados (en este caso, el arquitecto), ayudando así al modelo ATAM, ya que reduce la variabilidad de la información que se presentará y también ayuda a asegurar un cronograma establecido.

- Guiar los requerimientos arquitectónicos (ejemplc funcionamiento disponibilidad seguridad modificabilidad interoperabilidad integrabilidad) cantidades medibles que se asocian con estos requerimientos y cualquier estandar/modelc/propuestas existentes para satisfacerlos
- Vistas arquitectónicas de alto nivel como
 - ✓ Funcional funciones abstracciones claves del sistema elementos del dominio junto con sus dependencias flujo de datos
 - ✓ Módulc/capa/subsistema los subsistemas capas módulos que describen la descomposición del sistema de la funcionalidad junto con los objetos procedimientos funciones y las relaciones entre ellos (ejemplc llamadas a procedimientos invocación de modelos contención).
 - ✓ Procesc/hilo procesos hilos junto con la sincronización flujo de datos y los eventos que los conectar
 - ✓ Hardware CPUs almacenamiento dispositivos externos relacionados con las redes y dispositivos de comunicación que cs conectar
- Estilos arquitectónicos empleados incluyendo atributos de calidad y una descripción de cómo los estilos manejan esos atributos
- Rastreo de 1-3 escenarios más importantes de los casos de usc Si es posible incluir los recursos runtime consumidos para cada escenario
- Rastreo de 1-3 de los escenarios de cambio más importantes Si es posible describir el impacto del cambio (estimar tamaño/dificultad del cambio) en términos de los componentes conectores o interfaces cambiadas
- Riesgos arquitectónicos con respecto a satisfacer la conducción de los requerimientos arquitectónicos
- Glosario

Figura 3.5: Ejemplo de plantilla para la presentación de la arquitectura¹⁷

3.4.2. FASE 2: INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS

3.4.2.1 Paso 4: Identificar las propuestas arquitectónicas

Las propuestas arquitectónicas son identificadas por el arquitecto y por el equipo de análisis, pero no se analizan, además se encargan de identificar los estilos arquitectónicos¹⁸ debido a que éstos representan los medios arquitectónicos para dirigir los atributos de calidad de prioridad más alta; es decir, los medios para asegurar de que los requerimientos críticos se encuentren resueltos de una manera confiable.

¹⁷ Información obtenida de Rick Kazman, Mark Klein, Paul Clements (2000). ATAM: Method for Architecture Evaluation. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Obtenido de: www.sei.cmu.edu/publications/documents/00.reports/00tr004.html

¹⁸ Se buscan propuestas y estilos porque no todos los arquitectos están familiarizados con el lenguaje de estilos arquitectónicos, así que no se puede enumerar un conjunto de estilos usados en la arquitectura. Pero cada arquitecto toma decisiones arquitectónicas, y el conjunto de estas son llamadas "propuestas"-

Estas propuestas arquitectónicas definen las estructuras importantes del sistema y describen las maneras en las cuales el sistema puede crecer, responder a los cambios, soportar ataques e integrarse con otros sistemas.

3.4.2.2 Paso 5: Generar el árbol de utilidad de los atributos de calidad

En este paso se identifica, prioriza, y refina las metas de los atributos de calidad más importantes del sistema; los encargados de llevar a cabo estos puntos es el equipo de evaluación en conjunto con el equipo de arquitectura, administrador, y los representantes del cliente.

La generación del utility tree resulta de la priorización de los requerimientos específicos de los atributos de calidad, observados como escenarios. Esta lista priorizada brinda una guía para el resto del ATAM. Permite planificar el tiempo del equipo del ATAM, y además determinar dónde probar las propuestas arquitectónicas, sus riesgos, sus puntos de sensibilidad y tradeoffs. Adicionalmente el utility tree sirve para concretar los requerimientos de los atributos de calidad forzando al equipo de evaluación y al cliente a definir los requerimientos exactos.

3.4.2.3 Paso 6: Analizar las propuestas arquitectónicas

Una vez que el alcance de la evaluación ha sido fijado por la elicitación del utility tree, el equipo de evaluación puede entonces probar las propuestas arquitectónicas que cumplen con los atributos de calidad importantes.

En este paso se obtiene la suficiente información sobre cada propuesta arquitectónica para realizar un análisis sobre cada uno de los atributos relevantes en cada propuesta. Se debe asegurar que la propuesta arquitectónica será evaluada para considerar el alcance de resolver los requerimientos de cada uno de los atributos específicos.

Los resultados principales de este paso son una lista de propuestas o estilos arquitectónicos, preguntas asociadas a cada uno, y la respuesta del arquitecto

a estas preguntas. Además también se genera una lista de riesgos, puntos de sensibilidad, y tradeoffs, asociándose cada uno al logro de uno o más factores secundarios del utility tree. Este factor secundario es altamente importante para el éxito del sistema, debido a que permite determinar el lugar dónde analizar la arquitectura.

Para analizar una propuesta arquitectónica profundamente y para poder determinar cuál propuesta cubre las necesidades, es necesario realizar preguntas específicas sobre los atributos de calidad, las preguntas realizadas ayudan a:

- Entender una propuesta.
- Buscar y entender bien las debilidades de la propuesta.
- Buscar los puntos de sensibilidad de la propuesta.
- Encontrar las interacciones y tradeoffs con otras propuestas.
- Determinar la información básica para el análisis de un riesgo.

Estas preguntas pueden ser tomadas de la experiencia documentada, de libros de arquitectura de software, o de las experiencias anteriores de los involucrados. El nivel del análisis depende del nivel de detalle de la especificación arquitectónica.

La primera acción a realizar en este paso es asociar los requerimientos de los atributos de calidad de más alta prioridad (según lo identificado en el utility tree del Paso 5) con las propuestas arquitectónicas (tomadas del Paso 4). Para cada uno de los escenarios generados en la creación del utility tree, el arquitecto debe identificar los componentes, conectores, configuración, y claves implicadas.

El objetivo principal de este paso es establecer una cierta relación entre las decisiones arquitectónicas que se han tomado y los requerimientos de los atributos de calidad que deben ser cumplidos.

Al finalizar el ATAM todos los puntos de sensibilidad y puntos de tradeoff se deben clasificar como riesgo o no-riesgos.

En la culminación de este paso, el equipo de evaluación deberá tener un amplio cuadro de los aspectos más relevantes de la arquitectura completa, además de un análisis de las decisiones tomadas y una lista de riesgos, puntos de sensibilidad y puntos de tradeoff.

3.4.3. FASE 3: PRUEBAS

3.4.3.1 Paso 7: Lluvia de ideas y priorización de escenarios

La base de la fase de pruebas del ATAM son los escenarios, los cuales permiten facilitar las discusiones y lluvia de ideas. Los escenarios son ejemplos de los estímulos arquitectónicos utilizados para:

- Representar los intereses de los involucrados.
- Entender los requerimientos de los atributos de calidad.

En este paso los involucrados deben realizar las siguientes actividades: lluvia de ideas de escenarios de casos de uso, escenarios de crecimiento y escenarios exploratorios.

Una vez especificados los escenarios, se debe dar prioridad a los mismos; esto es realizado mediante un procedimiento de votación donde se asigna a cada involucrado un número de votos igual al 30% del número de escenarios. Además, en este punto cualquier involucrado puede sugerir la combinación de escenarios múltiples si representan el mismo comportamiento de estímulo o respuesta.

Finalmente solamente los escenarios de más alta prioridad se consideran en los pasos futuros de la evaluación.

3.4.3.2 Paso 8: Analizar las propuestas arquitectónicas

Después del análisis de los escenarios, el arquitecto debe identificar los escenarios de más alta calificación dentro de cualquier descripción arquitectónica que se haya presentado.

En este paso se reitera el paso 6, se localiza nuevamente los escenarios de más alta calificación sobre las arquitecturas descubiertas, asumiendo que el paso 7 no produjo ningún escenario de alta prioridad y que no fueron descubiertos en análisis anteriores, el paso 8 es una actividad de prueba esperando descubrir nueva información.

Si se descubre nueva información entonces fue una falla en la aplicación del utility tree y de las propuestas arquitectónicas que se investigaron. En este punto se necesita ir de nuevo al paso 4 y trabajar en él, así como los pasos 5 y 6 hasta que no se descubra ninguna nueva información.

3.4.4. FASE 4: INFORMES

3.4.4.1 Paso 9: Presentar los resultados

Finalmente, la información recopilada del ATAM necesita ser resumida y presentada nuevamente a los involucrados. Esta presentación toma típicamente la forma de un informe verbal acompañado por una presentación pero además, acompañadas por la entrega de un informe escrito más completo del ATAM.

En esta presentación se recapitula los pasos del ATAM y toda la información recogida en cada uno de los pasos del modelo incluyendo: el contexto del negocio, los requerimientos, las metas, y la arquitectura. El más importante, sin embargo, es el sistema de salidas del ATAM, que contiene:

- Estilos y propuestas arquitectónicas documentadas.
- Un conjunto de escenarios y su priorización.

- Conjunto de preguntas basadas en los atributos.
- El utility tree.
- Los riesgos descubiertos.
- Los no-riesgos documentados.
- Los puntos de sensibilidad y los puntos de tradeoff encontrados.

Cada uno de estos resultados será descrito y en algunos casos puede ser que se den algunas estrategias de mitigación y además también, se podría realizar algunas recomendaciones de cómo la arquitectura se pudo haber diseñado o haber analizado.

Estas estrategias de mitigación pueden estar relacionadas con el proceso, sin embargo, ofrecer estrategias de mitigación no es una parte integral del ATAM, es decir el ATAM se encarga de localizar riesgos arquitectónicos.

CAPITULO IV

APLICACION DEL MODELO DE EVALUACIÓN SELECCIONADO A UN CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se procederá a evaluar la arquitectura de un sistema de software aplicando el modelo ATAM. Esta evaluación permitirá identificar las características de calidad claves para la arquitectura utilizada en este sistema.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.

El Modelo ATAM se aplica al Sistema de Administración de Estudiantes “SAE¹⁹”, que desde Abril del 2006 se encuentra en fase de implementación de una nueva versión, que se la conoce como SAEW.

El SAEW es un sistema encargado de la administración de información de toda la EPN. Este sistema permitirá la integración de información de 67 carreras de la Escuela Politécnica Nacional, en un solo repositorio de datos y además del cambio a un entorno Web.

Maneja varios módulos administrativos que actualmente se encuentran en desarrollo y pruebas con herramientas comerciales y a cargo del Ing. Cristóbal Trujillo y la Ing. Nidia Guayaquil.

4.1.1. OBJETIVO

El objetivo del SAEW es convertirse en un ambiente cliente-servidor con interfaz gráfica amigable, con un adecuado repositorio de información y en un ambiente Web.

¹⁹ Información obtenida de: ESPINOZA TORRES, Enna del Carmen. AUDITORIA DEL DESEMPEÑO DEL SAE. Capítulo 2; Págs, 77-79. Quito- Junio 2003

4.1.2. RESEÑA HISTÓRICA²⁰

El SAE da sus inicios en el año 1.976 con el objetivo de automatizar la Administración Estudiantil de la Escuela Politécnica Nacional, el mismo que da sus inicios con el proceso de Matrículas por lotes (batch), en un computador Mainframe IBM 370 con el lenguaje de programación COBOL.

En 1.986 se conforma un equipo de desarrollo cuyo líder fue el Ing. Cristóbal Trujillo, más un programador con el fin de incluir nuevos requerimientos orientados a un proceso en línea y con las facilidades de los PC's, que ya tomaban auge; posteriormente se une a este equipo la Ing. Nidia Guayaquil.

La primera versión del SAE en DBASE III se la obtuvo en 1.987, posteriormente a partir del año 1.988 se contó con una versión operativa del SAE, aunque no era el sistema oficial de la EPN.

En 1.990 la nueva versión del SAE empezó a ser implantado bajo el sistema operativo DOS y posteriormente se la instaló sobre la plataforma Novell para dar soporte a estaciones en un entorno de red.

En el año de 1.993 se empieza con la implantación del SAE2, el mismo que incluía nuevos requerimientos debido a los cambios administrativos de la Institución, además es dividido en módulos independientes.

En 1.999 se desarrolla la versión SAE2000, el mismo que fue realizado con Visual Studio 6.0 y sobre la plataforma Windows 2000 Server envolviendo nuevos requerimientos administrativos, que permitió la integración de las bases de datos de 67 carreras de la Escuela Politécnica Nacional en un ambiente cliente(Web)-servidor.

²⁰ Información obtenida de: ESPINOZA TORRES, Enna del Carmen. AUDITORIA DEL DESEMPEÑO DEL SAE. Capítulo 2; Págs, 77-79. Quito- Junio 2003

4.1.3. FUNCIONALIDAD

El SAEW para una total administración de información académica de la Escuela Politécnica Nacional posee los siguientes módulos:

- Admisiones
- Planificación Académica
- Administración Estudiantil
- Evaluación Académica
- Evaluación Docente
- Control de Tesis
- Información Gerencial Académica
- Información Estudiantil
- Información Docente

4.1.4. INVOLUCRADOS

Dentro de los Involucrados directa e indirectamente con el SAEW se encuentran:

- ***Líderes del Proyecto.***
Ing. Cristóbal Trujillo
Ing. Nidia Guayaquil
- ***Equipo de desarrollo SAEW.***
Grupo de programadores contratados
- ***Usuario - Cliente*** (Estudiantes, docentes, aspirantes, etc.)
- ***Equipo de Evaluación.***
Ana Cristina Orellana
Verónica Velasteguí

4.1.5. REQUERIMIENTOS

Debido a que el SAEW se encuentra en etapa de implementación, actualmente en el sistema se siguen realizando pequeños cambios en sus funcionalidades, a continuación se menciona en forma general algunos requerimientos principales:

- Administración de todo el proceso de inscripción tanto para la Prueba de Aptitud Académica como para los Exámenes de Ubicación.
- Administración y control de toda la información relacionada con los estudiantes, docentes, bienestar estudiantil, aspirantes de la EPN.
- Administración y control de toda la información relacionada con los planes, materias y créditos que le corresponden a cada semestre.
- Manejo de todo el proceso de matriculación de un estudiante determinado (inscripción de materias, validación de malla curricular correspondiente, anulación de matrícula, etc).
- Registro de todo tipo de descuentos y becas.
- Manejo de datos socioeconómicos, previos a un análisis de ingresos familiares para cada estudiante.
- Administración de materias que formarán parte del catálogo.

4.2. EVALUACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.

A continuación se detallan los pasos por fases a seguir de la evaluación del SAEW aplicando el modelo ATAM, además de todos los resultados obtenidos.

4.2.1. FASE 1: PRESENTACIÓN

4.2.1.1. Paso 1: Presentación del ATAM

En este paso se presenta el modelo del ATAM a los involucrados directos del SAEW, este tiempo es utilizado para explicar el proceso que se seguirá para la evaluación de la arquitectura del sistema, además se fija el contexto y las expectativas de las actividades.

El paso de presentación del ATAM, se describe en los siguientes puntos:

b) Presentación de los pasos del ATAM.

Para este punto se presenta una documentación resumida a todos los involucrados, sobre los pasos del modelo ATAM que se van a utilizar durante la evaluación del SAEW. El documento de presentación se encuentra al final de los capítulos, en el **Anexo A**.

c) Técnicas de elicitación y análisis de requerimientos

Para la elicitación y análisis de requerimientos se utilizó las siguientes técnicas:

- **Entrevista para el análisis del sistema.** Es la forma más simple de interacción analista-usuario, en donde, el analista deja que el usuario hable de su tarea. Es útil para obtener visiones generales no detalladas.
- **Entrevistas estructuradas.** Van dirigidas a personas relacionadas con el desarrollo y gestión del sistema SAEW. Dirige al usuario hacia aspectos específicos de requerimientos a elicitar, además de que son útiles para información detallada, ya que utiliza preguntas cerradas, abiertas, de sondeo y de guía.
- **Brainstorming (lluvia de ideas).** Se utiliza para resolver la falta de consenso entre usuarios. Es útil combinarlo con la toma de

decisiones, ya que ayuda a entender el dominio del problema al usuario y al analista

- **Análisis de Escenarios.** Se realiza a través de medios diversos como textos, dibujos, diagramas estructurados en diálogos o narrativas o similitud con los prototipos.
- **Utility Tree.** El utility tree ayuda a concretar y priorizar las metas de calidad. Provee una lista priorizada de escenarios que sirven como un plan para el resto del ATAM. Sirve para concretar requerimientos de los atributos de calidad, forzando al equipo de evaluación y al cliente a redefinir sus requerimientos de forma más exacta.

d) Salidas del ATAM

Las salidas que se producen al realizar el análisis del SAEW con el Modelo ATAM son:

- Lista priorizada de los atributos de calidad requeridos para la arquitectura que está siendo evaluada.
- Una lista de riesgos, que son decisiones arquitectónicas potencialmente problemáticas.
- Una lista de no-riesgos, los cuáles son buenas decisiones que están generalmente implícitas en la arquitectura.
- Una lista de puntos de sensibilidad, que se refiere a la característica de uno o más componentes (y/o relaciones entre componentes) que es crítica para alcanzar una respuesta de un atributo de calidad en particular. Para la extracción de puntos de sensibilidad se utiliza la caracterización de atributos.
- Lista de puntos de tradeoff o de compensación. Es una característica que afecta a más de un atributo y es un punto de sensibilidad para más de un atributo. Los puntos de compensación son las decisiones más críticas que se puede tomar en una arquitectura.

4.2.1.2. Paso 2: Presentación de las pautas del negocio

Uno de los pasos más importantes cuando se ejecuta una evaluación basada en el modelo ATAM es entender los conductores del negocio, a través del desarrollo de la arquitectura. Para esto, se realizó una reunión entre los evaluadores, los desarrolladores y los líderes del proyecto para determinar los conductores de la arquitectura o atributos de calidad de más alta prioridad que guían el sistema.

La entrevista realizada se encuentra al final de los capítulos en el **Anexo A**.

El líder del proyecto, presentó los objetivos del SAEW desde el punto de vista de los desarrolladores, así como también desde el punto de vista de los servicios que se pretende brindar a los usuarios.

Para los desarrolladores, el SAEW considera como conductores del sistema requerimientos que incluyen:

- Administración de la información de todas las áreas académicas y de bienestar de la EPN.
- Control y auditoria de información de la base de datos central.
- Depuración de la información de la base de datos que genera colisión debido a la gestión independiente de datos.
- Soporte para las diversas aplicaciones y módulos del sistema.
- Creación de nuevos módulos del sistema en base a los requerimientos de los usuarios.
- Manejo de seguridades a nivel de la Intranet y Extranet.
- Dimensionamiento de las capacidades máximas del sistema para evitar cuellos de botella.
- Capacidad de encargarse de varias tareas en forma simultanea, desde un mismo computador o desde una red local o externa.

Otro de los conductores, es el hecho de que la arquitectura fue desarrollada pensando en una línea entera de producto de software, en el cual se involucran los siguientes atributos de calidad de alta prioridad:

- **Desempeño.** El SAEW requiere tiempos de respuesta rápidos y adecuados para ser considerado como útil.
- **Usabilidad.** El SAEW debe ser fácil de entender y utilizado por los diferentes usuarios del sistema.
- **Seguridad.** El sistema debe proveer un nivel de seguridad confiable (confidencialidad, integridad de los datos) dada la importancia de la información administrada por el SAEW.
- **Disponibilidad.** El SAEW debe ser altamente disponible durante el tiempo de trabajo normal y en sobrecarga.
- **Modificabilidad.** El SAEW debe tener la habilidad de cambiar para incorporar nuevos escenarios, entidades, y comportamiento. Esto incluye cambios en el alcance y robustez (fidelidad elevada).
- **Flexibilidad/Escalabilidad.** El sistema debería ser flexible en términos de cambiar de dirección para incorporar nuevos requerimientos y mapear nueva funcionalidad para una implementación planificada.

4.2.1.3. Paso 3: Presentación de la Arquitectura

Durante las interacciones que tuvo el equipo de evaluación con los desarrolladores y líderes del proyecto, antes y durante la evaluación, surgieron varias vistas y propuestas arquitectónicas. Los resultados claves son los siguientes:

a) Vistas arquitectónicas

- El SAEW esta siendo desarrollado bajo la herramienta de desarrollo Visual .NET, páginas ASPX.
- Maneja los datos mediante el motor central SQL Server 2005 sobre plataforma Windows, a cuyos datos se accede mediante procedimientos

almacenados.

- El sistema aplica una metodología orientada a objetos, ya que provee una gran flexibilidad de configuración y mantenimiento.
- El software también depende de la administración de cada carrera. No se maneja estándares con respecto a éste, los equipos deben tener como software mínimo Internet Explorer 6.0 con SP1, o mayor, Firefox u otro tipo de browser.

b) Módulos/capas

El sistema consta de 4 módulos que actualmente se encuentran en etapa de desarrollo y pruebas:

SAE-MATRICULACIÓN, consta de 3 submódulos que administran:

- Información Estudiantil
- Registro y Matrícula
- Bienestar Estudiantil

SAE-ADMISIÓN

SAE-CALIFICACIONES

SAE-PLANIFICACION

- Consta de 6 módulos que aún no se encuentran en etapa de desarrollo:

SAE-TESIS Y PROYECTOS DE TITULACIÓN

SAE-EVALUACIÓN Y ESCALAFÓN DOCENTE, consta de 3 submódulos que administran la información de:

- Evaluación del Desempeño Académico
- Control de Proyectos
- Evaluación y ascensos

SAE-AUDITOR, consta de 2 submódulos que administran la información de:

- Auditoria de Datos
- Auditoria Académica

SAE-GERENCIAL

SAE-SERVICIOS DE INFORMACIÓN

SAE-GESTIÓN DE USUARIOS y CONFIGURACIÓN

- La conexión entre los diferentes módulos y submódulos se realiza mediante enlaces html que permite relacionar la funcionalidad de cada módulo.
- El sistema fue construido para ser altamente modificable, ya que se pueden agregar nuevos módulos, sin necesidad de modificar críticamente el código.
- En cada uno de los módulos se maneja la captura de errores mediante try-catch, lo cual permite al sistema seguir trabajando a pesar de haberse producido un error, dependiendo de su gravedad.

c) Estilos Arquitectónicos

- El sistema se encuentra bajo una Arquitectura Web en 3 capas. La Figura 4.1 muestra la distribución en capas más común en las aplicaciones web:

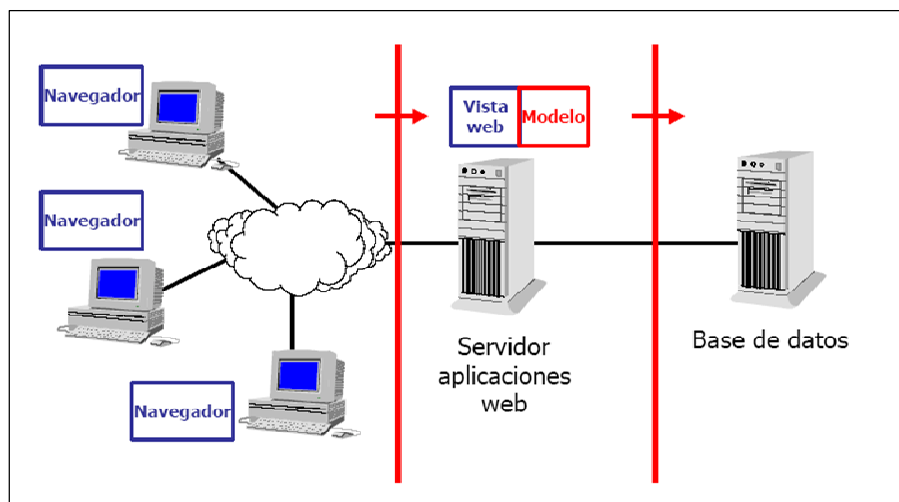


Figura 4.1. Arquitectura web en 3 capas.²¹

- El sistema se encuentra desarrollado para trabajar bajo una plataforma Web, en un ambiente cliente/servidor, mediante HTTPS.

²¹ Fuente: Proyecto ONess: un proyecto *open source* para el negocio textil mayorista desarrollado con tecnologías *open source* innovadoras.
http://oness.sourceforge.net/docbook/oness.html#three_layers_web#three_layers_web

- La Figura 4.2 ilustra la distribución del procesamiento entre los distintos equipos que conforman la arquitectura del sistema, incluyendo los servicios y procesos de base. En la Figura se presenta al SAEW en sus tres nodos: Clientes, Servidor Web y Servidor de Base de Datos. Dentro de los nodos se ejecutan procesos, servicios y/o componentes y sus relaciones de dependencia.

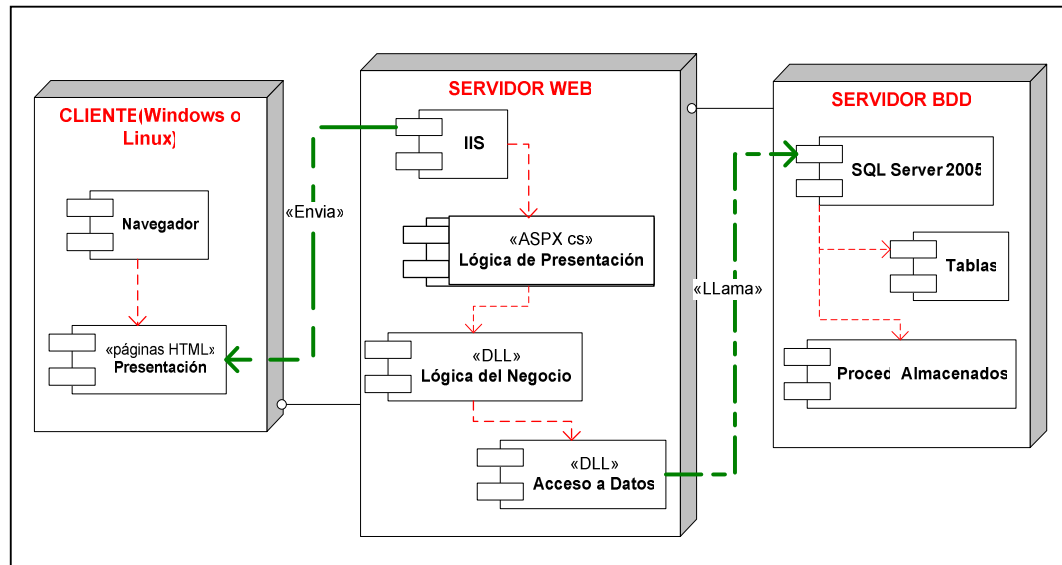


Figura 4.2. Componentes de la Arquitectura de SAEW

- SAEW maneja un estilo arquitectónico de Llamada y Retorno, debido a que bajo este estilo se encuentran las arquitecturas desarrolladas en capas y las arquitecturas orientadas a objetos.
- Se utilizan procedimientos almacenados a nivel de base de datos y librerías a nivel de código fuente los cuales se han ido depurando con la evolución de la aplicación.
- Se manejan clases y funciones, las cuales invocan a los procedimientos almacenados para consultas, actualización y eliminación de información desde las interfaces presentadas al usuario.

d) Requerimientos Arquitectónicos

Los requerimientos arquitectónicos que guían el sistema son:

- **Disponibilidad.** Se refiere a la capacidad del Sistema de soportar un fallo y sus consecuencias asociadas. Es la probabilidad de que el SAEW sea operacional, cuando sea necesario.
- **Modificabilidad.** Es la habilidad que posee el SAEW para cambiar el sistema, para incorporar nuevos escenarios, entidades, y entidades de comportamiento, esto incluye cambios en alcance (nuevas entidades) y robustez (fidelidad elevada).
- **Desempeño.** Trata sobre la sincronización. Los eventos (interrupciones, mensajes, solicitudes de los usuarios, etc.) ocurren, y el sistema debe responder a ellos de la mejor manera.
- **Seguridad.** Es la medida de la capacidad del sistema para resistir el uso desautorizado, mientras proporciona sus servicios a los usuarios legítimos. Relativo a su capacidad para prevenir accesos no autorizados, accidentales o deliberados, a los programas o datos.

e) Descripción de Escenarios

Se realiza un rastreo de los escenarios de casos de uso más importantes de cada uno de los módulos.

En el **Anexo B**, se incluye una descripción detallada de las diferentes funciones, involucrados y flujo de información de cada uno de estos módulos.

MÓDULO: SAE-MATRICULACIÓN

Módulo encargado de la administración y control del proceso de matriculas:

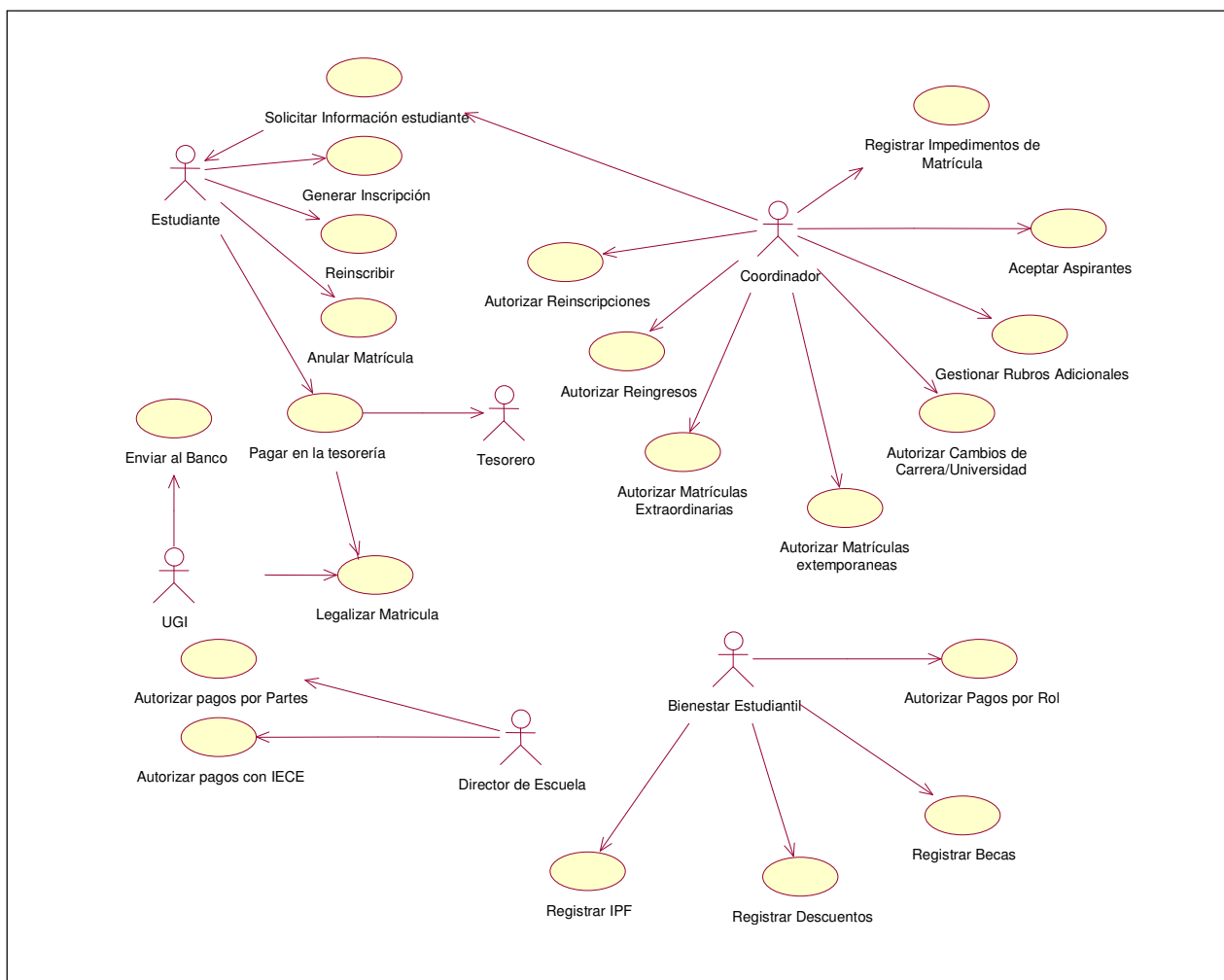


Figura 4.3: Casos de Uso Módulo SAE-MATRICULACIÓN.²²

²² Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Matriculación, Diciembre 2006.

Descripción:

NRO.	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Solicitar información estudiante	Permite solicitar información sobre datos Personales, datos Académicos, Currículum Académico, créditos por Categoría, Malla Curricular, etc.
2	Generar inscripción	Permite al estudiante inscribirse en las materias que desee tomar durante un período.
3	Reinscribir	Ayuda al estudiante durante el proceso de reinscripción de materias.
4	Anular matrícula	Realiza la anulación de la matrícula de un estudiante.
5	Enviar al banco	Genera un archivo plano, con el detalle del valor a ser cobrado por concepto de la matrícula.
6	Pagar en tesorería	Almacena el pago y la legalización de la matrícula de los estudiantes que hayan especificado en su inscripción o reinscripción las siguientes formas de pago: cheque, tarjeta de crédito o IECE.
7	Legalizar matrícula	Legaliza la matrícula de los estudiantes que hayan cancelado el valor de su matrícula en el Banco.
8	Autorizar reinscripción	Autoriza a un estudiante para la reinscripción de materias.
9	Autorizar reingresos	Autoriza a un estudiante para que reingrese a la Carrera.
10	Autorizar matrículas extraordinarias	Autoriza a un estudiante para que se inscriba en las materias que desee tomar.
11	Autorizar cambios de Carrera	Autoriza a un estudiante de otra Carrera de la EPN, para que forme parte de la Carrera.
12	Registrar impedimentos de matrículas	Permite registrar las sanciones a los estudiantes que tienen algún impedimento para matricularse.
13	Registrar aspirantes	Permite registrar a los estudiantes que hayan aprobado propedéutico para que sean aspirantes a la carrera.
15	Autorizar pagos por partes	Permite autorizar a los estudiantes para que realicen su pago de matrícula en partes.
16	Autorizar pagos con IECE	Permite autorizar a los estudiantes para que realicen su pago de matrícula con crédito IECE.
17	Autorizar pagos con Rol	Autoriza a los estudiantes para que realicen su pago a través de rol de pagos.
18	Registrar IPF	Registra y Actualiza los valores de IPF (Ingreso Percapital Familiar).
19	Registrar descuentos	Registra el porcentaje de descuento que tiene un estudiante por los siguientes conceptos: hermanos, cónyuge, e hijos de empleados de la EPN.
20	Registrar becas	Registra el porcentaje de descuento que tiene por Beca un estudiante por merito académico, deportivo o por situación económica.

Tabla 4.1: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-MATRICULACIÓN.²³²³ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Matriculación, Diciembre 2006

MÓDULO: SAE-ADMISIÓN

Módulo encargado de la administración y control de admisiones:

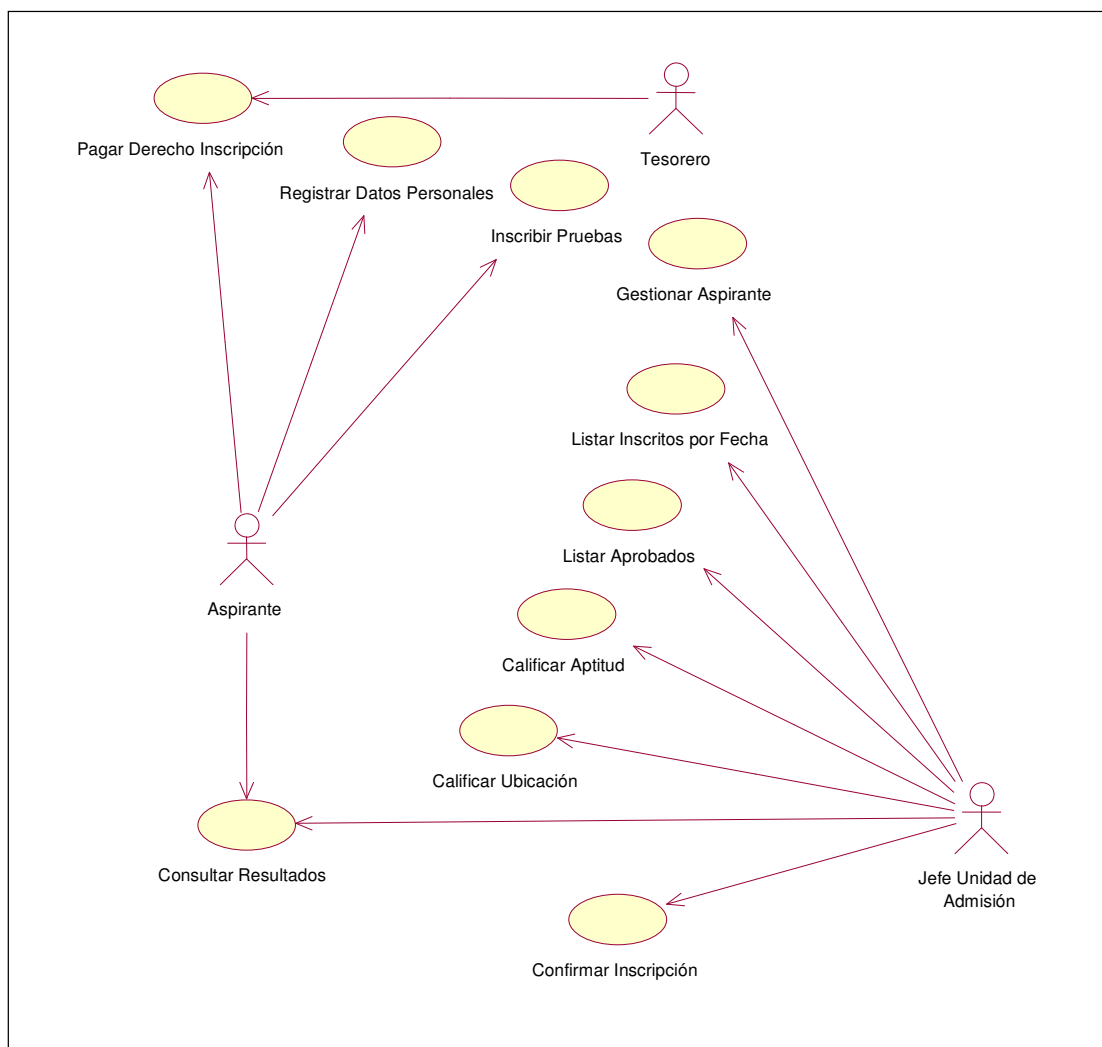


Figura 4.4: Casos de Uso Módulo SAE-ADMISIÓN. ²⁴

²⁴ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Modulo de Admisiones, Diciembre 2006.

Descripción:

NRO.	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Registrar Datos Personales	Permite registrar datos personales del aspirante para poder inscribirse en las pruebas de Aptitud y/o Exámenes de Ubicación.
2	Inscribir Pruebas	Permite al aspirante escoger la opción Inscripción, y de acuerdo a los derechos de inscripción que el aspirante adquirió, aparecen las opciones de inscripción para la Prueba de Aptitud y Exámenes de Ubicación con sus respectivas fechas y horarios. El aspirante deberá imprimir esta solicitud y entregarla el día en que rinda su prueba.
3	Consultar Resultados	Permite consultar el resultado de su Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación.
4	Pagar Derecho Inscripción	Permite registrar los pagos de los derechos para la Prueba de Aptitud Académica y/o Exámenes de Ubicación.
5	Gestionar Aspirante	Muestra el número de Solicitudes para Pruebas de Aptitud Académica o Exámenes de Ubicación que ha realizado una persona en toda su vida para ingresar a la E.P.N.
6	Listar Inscritos por Fecha	Lista los aspirantes inscritos por fecha y aula.
7	Listar Aprobados	Lista los aspirantes que aprobaron la Prueba de Aptitud Académica y los Exámenes de Ubicación.
8	Calificar Aptitud	Permite registrar las calificaciones de las Pruebas de aptitud Académica desde un archivo Excel.
9	Calificar Ubicación	Permite registrar las calificaciones de los Exámenes de Ubicación desde un archivo Excel.
10	Confirmar Inscripción	Legaliza la inscripción del aspirante. El aspirante acepta matricularse en la E.P.N., para ello deberá presentar los documentos respectivos, y registrar todos sus datos personales, de colegio y de ingresos familiares. El sistema le generará el código único y le preparará para que pueda matricularse. El código se le entregará al aspirante.

Tabla 4.2: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-ADMISION. ²⁵²⁵ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Modulo de Admisiones, Diciembre 2006

MÓDULO: SAE-CALIFICACIONES

Módulo encargado de la administración y control de calificaciones:

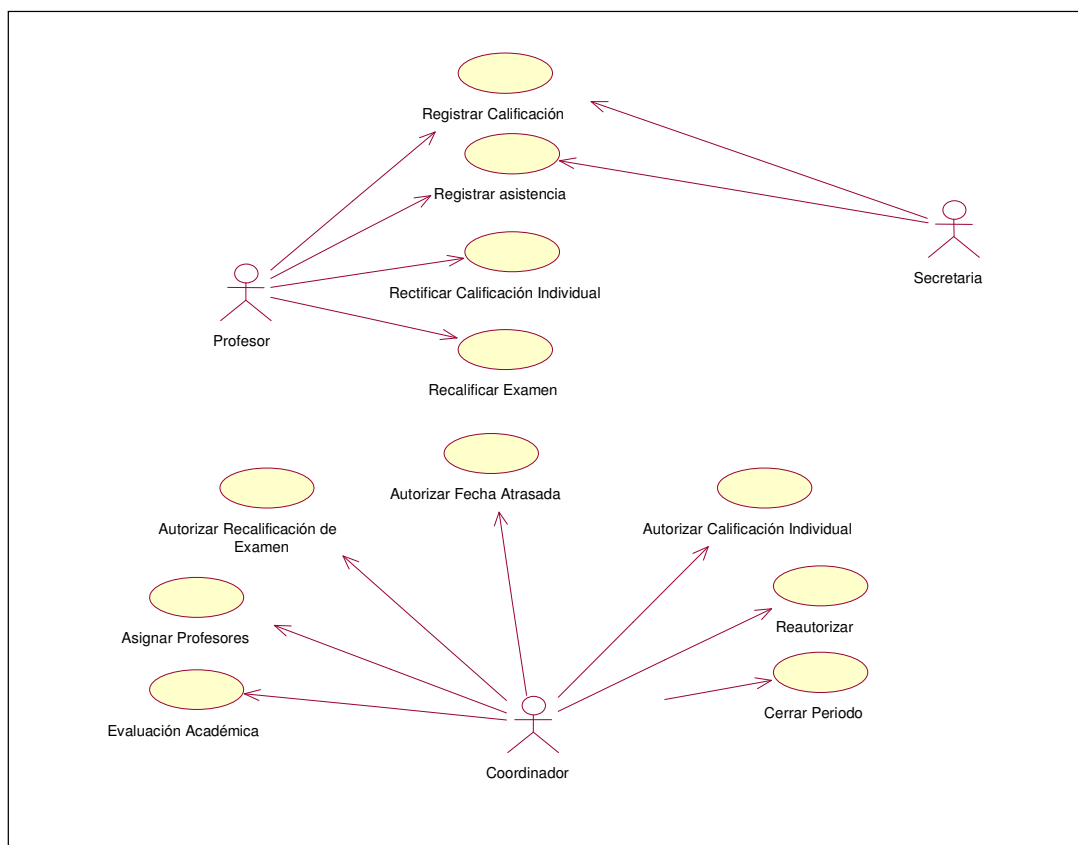


Figura 4.5: Casos de Uso Módulo SAE-CALIFICACIONES. ²⁶

²⁶ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Calificaciones, Enero 2007

Descripción:

NRO.	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Registrar Calificación.	Registra las calificaciones de los alumnos de de un paralelo y periodo seleccionado.
2	Registrar Asistencia.	Registra la asistencia de los alumnos de un periodo de un paralelo seleccionado.
3	Rectificar Calificación Individual.	Ingresa una nueva calificación que reemplaza una calificación ya registrada de un estudiante determinado.
4	Recalificar Examen.	Ingreso por parte de los profesores las notas de recalificación de acuerdo con el reglamento de estudios.
5	Autorizar Calificación Individual.	Habilita el ingreso de calificaciones de un estudiante determinado.
6	Autorizar Fecha Atrasada.	Habilita el ingreso de calificaciones de un paralelo determinado.
7	Autorizar Recalificación de Examen.	Autoriza la recalificación de un examen de un determinado estudiante.
8	Asignar Profesores	Permite seleccionar profesores, para que éstos puedan recalificar un examen de un estudiante determinado.
9	Reautorizar.	Invalida una autorización realizada.
10	Cerrar Periodo.	Permite completar los valores de las calificaciones, totales y estado de los estudiantes.
11	Evaluación Académica.	Consulta los estudiantes matriculados por materia, los estudiantes y paralelos de una materia y los estudiantes exonerados de una materia.

Tabla 4.3: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-CALIFICACIONES. ²⁷

²⁷ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Calificaciones, Enero 2007

MÓDULO: SAE-PLANIFICACION

Módulo encargado de la planificación de pénsum, mallas curriculares, etc:



Figura 4.6: Casos de Uso Módulo SAE-PLANIFICACIÓN. ²⁸

²⁸ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Planificaciones, Enero 2007

Descripción:

NRO.	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Administrar Materias	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información perteneciente al catalogo general de materias.
2	Administrar Pénsum	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información perteneciente a pénsum
3	Programar Horarios y Paralelos	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información de horarios y paralelos.
4	Información Horarios	Permite consultar información de Horarios y Paralelos
5	Registrar Profesor	Permite ingresar, consultar y actualizar información perteneciente al catálogo de profesores.
6	Administrar Profesor	Permite consultar y actualizar cierta información perteneciente al profesor.
7	Registro Docente	Permite ingresar y consultar información perteneciente a la materia dictada en el día por un el profesor.
8	Planificación Micro curricular	Permite ingresar, consultar y actualizar la planificación micro curricular
9	Administrar Carreras	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información de Carreras
10	Analizar Cumplimiento	Permite consultar información perteneciente a la materia dictada por el profesor.

Tabla 4.4: Descripción de casos de uso del Modulo SAE-PLANIFICACIÓN.²⁹

La descripción de los escenarios más importantes para el SAEW realizada anteriormente permitirá determinar los escenarios que se utilizarán en el utility tree.

4.2.2. FASE 2: INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS**4.2.2.1. Paso 4: Identificar las propuestas arquitectónicas**

Después de la presentación de la Arquitectura del SAEW, se enumeran las propuestas arquitectónicas obtenidas de las entrevistas a los desarrolladores y líderes del proyecto y del análisis de la documentación en la etapa de pre-evaluación.

²⁹ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Planificaciones, Enero 2007

Las propuestas arquitectónicas son identificadas pero no se analizan. Dentro de este punto se identifican los siguientes puntos:

- El sistema se encuentra desarrollado en 3 capas bajo un ambiente Web.
- Se maneja procesamiento de transacciones en un ambiente cliente/servidor.
- Su arquitectura es Orientada a objetos.
- Se maneja enlaces html para la conexión entre los diferentes módulos.
- La arquitectura de datos se encuentra centralizada en una base de datos comercial confiable.
- SAEW pertenece a un estilo arquitectónico de llamada y retorno.

Estas y otras propuestas dieron al equipo de evaluación una visión conceptual de donde formular preguntas cuando el análisis de escenarios inicie.

4.2.2.2. Paso 5: Generar el árbol de utilidad de los atributos de calidad

En este paso se identifican, priorizan, y se redefinen las metas de los atributos de calidad más importantes del sistema.

La generación del **utility tree** resulta de la priorización de los requerimientos específicos de los atributos de calidad observados como escenarios.

La tabla 4.1 muestra el utility tree generado durante la aplicación del ATAM, se puede visualizar que aparecen todos los atributos de calidad identificados para la arquitectura del SAEW y cada uno de ellos se encuentra refinado con el valor a evaluar dentro de ese atributo.

Para cada escenario de la tabla 4.1 se realizó una priorización en base a dos dimensiones (D1, D2):

- **D1:** Importancia del escenario en relación al éxito del sistema.
- **D2:** Grado de dificultad para el logro del escenario (desarrollo, implementación).

La escala utilizada para la valoración es la siguiente: alto (A), medio (M) y bajo (B).

Nº	ATRIBUTO DE CALIDAD	REFINAMIENTO DEL ATRIBUTO	ESCENARIOS	PUNTUACIÓN (PRIORIDAD)
1	Disponibilidad		El servidor sufre una falla y deja de funcionar, el sistema debería estar en funcionamiento en un servidor de contingencia en al menos 3 minutos.	(A,B)
2			Si el sistema reporta un mensaje de error de cualquier índole al usuario, el sistema seguirá su funcionamiento normalmente.	(A,M)
3			El sistema está disponible las 24 horas durante los 7 días de la semana.	(A,B)
4	Modificabilidad	Elementos a modificar	Si existen deficiencias en tiempos de búsqueda y respuesta, el sistema debe ser flexible a modificaciones por parte del equipo de desarrolladores.	(A,M)
5			Un reporte requiere un cambio en cierta información que se muestra a un usuario.	(M,B)
6			El proveedor de la base de datos lanza una nueva versión en donde la información debe ser migrada en una mínima cantidad de tiempo.	(A,M)
7			Cambiar la actual base de datos con la de otro proveedor.	(M,A)
8		Elementos a añadir	Se incrementan servicios, lo cual requiere añadir nuevas funcionalidades al sistema (configuraciones, interfaces, etc). Dicho incremento se completa en menos de una semana.	(M,A)
9			El sistema requiere añadir un nuevo modulo de requerimientos.	(B,A)
10	Desempeño	Tiempo de respuesta de la transacción	Un usuario actualiza sus datos en el sistema mientras el sistema está bajo carga máxima de procesos y la transacción se completa en al menos 0.75 seg.	(A,M)
11			Añadir un nuevo servidor de datos para reducir la latencia desde 1 a 2.5 seg. en una semana de trabajo.	(M,M)
12			Un usuario realiza una consulta de información y esta debe desplegarse en al menos un seg.	(A,M)

Nº	ATRIBUTO DE CALIDAD	REFINAMIENTO DEL ATRIBUTO	ESCENARIOS	PUNTUACIÓN (PRIORIDAD)
13			Un usuario en una situación en particular solicita ayuda y el sistema debe proveer ayuda para la misma en al menos 1 seg.	(A,B)
14		Rendimiento	En máxima carga, el sistema esta disponible para completar 150 transacciones normales por segundo.	(M,M)
15			Extraer backups de información cuando el sistema se encuentre en su menor carga de procesamiento.	(A,B)
16	Seguridad	Confidencialidad	Un usuario está habilitado para visualizar cierta información de la base de datos, pero no información restringida.	(A,B)
17			Manejo por parte del sistema de encriptación de claves para el acceso al sistema.	(A,M)
18		Resistencia	El sistema restringe el acceso a usuarios no autorizados.	(A,M)

Tabla 4.5: Utility Tree del Sistema SAEW

Se puede observar que algunos de los escenarios tienen estímulo y respuesta y otros no, en este paso es normal que se de una imprecisión en la especificación de los escenarios.

Si los escenarios son seleccionados para el análisis, entonces el estímulo y las respuestas deben ser explícitas.

4.2.2.3. Paso 6: Analizar las propuestas arquitectónicas

En este paso se analiza los escenarios más importantes de acuerdo al utility tree, estableciendo en cada uno de ellos las posibles decisiones arquitectónicas a tomar, y para cada decisión sus puntos de sensibilidad (cuando la decisión afecta sólo una característica de calidad), sus riesgos, no riesgos y tradeoff (cuando la decisión afecta a más de una característica de calidad).

Puesto que algunos de los escenarios son escenarios de cambio, se debe realizar un análisis sobre el impacto de este cambio.

A continuación se detallan los puntos de sensibilidad, riesgos, no riesgos y

tradeoff con respecto al análisis de los escenarios más importantes del utility tree:

Escenario 1.

El servidor sufre una falla y deja de funcionar, el sistema debería estar en funcionamiento en un servidor de contingencia en al menos 3 minutos.

- **R1:** Si el servidor donde se encuentra el sistema sufre una falla dejando de funcionar sería un riesgo si no se dispone de un servidor de contingencia con el mismo ambiente del servidor principal.

Escenario 2.

Si el sistema reporta un mensaje de error de cualquier índole al usuario, el sistema seguirá su funcionamiento normalmente.

- **S1:** La disponibilidad del sistema es sensible al número y frecuencia de errores generados durante el manejo del sistema. Este es un punto de sensibilidad que afecta negativamente a la disponibilidad.
- **R2:** Si en el sistema se produce un error y no maneja un mecanismo de captura de errores es un riesgo ya que dejaría de estar disponible para el usuario.

Escenario 4.

Si existen deficiencias en tiempos de búsqueda y respuesta, el sistema debe ser flexible a modificaciones por parte del equipo de desarrolladores.

- **S2:** Optimizar los procedimientos de búsqueda es sensible al número de elementos involucrados a modificar. Este es registrado como un punto de sensibilidad que afecta positiva o negativamente a la modificabilidad dependiendo del número de elementos involucrados.
- **R3:** El acceso de usuarios en forma masiva en un instante determinado, puede generar un riesgo en los tiempos de respuesta del sistema si no se ha mantenido una calidad óptima de los algoritmos de búsquedas, conectividad, etc; que garanticen el equilibrio entre uso de memoria y procesamiento.

Escenario 6.

El proveedor de la base de datos lanza una nueva versión en donde la información debe ser migrada en una mínima cantidad de tiempo.

- **S3:** El cambiar de versión del motor de base de datos es sensible a la compatibilidad entre funciones y manejo de herramientas de una versión a otra. Esto es registrado como un punto de sensibilidad ya que afecta a la modificabilidad.

Escenario 7

Cambiar la actual base de datos con la de otro proveedor.

- **S4:** Reemplazar la base de datos existente por otra de otro proveedor, sería difícil, debido a que SAEW maneja varios procedimientos almacenados, componentes y herramientas SQL en la actual base de datos. Si los líderes y desarrolladores del sistema consideraran cambiar de base de datos, este cambio puede ser altamente complicado y costoso. Esta decisión arquitectónica sobre la base de datos, será registrada como punto de sensibilidad que afecta negativamente a la modificabilidad.

Escenario 8.

Se incrementan servicios, lo cual requiere añadir nuevas funcionalidades al sistema (configuraciones, interfaces, etc). Dicho incremento se completa en menos de una semana.

- **S5:** El número promedio de esfuerzo (persona-día) para añadir servicios al sistema puede ser sensible al grado de complejidad de los protocolos de comunicación y al desarrollo de los componentes de los servicios a implementar en el sistema.
- **NR1:** Si una solicitud de incremento de servicios o funcionalidades extras a las ya establecidas no es realizada, esta acción no afectaría al desempeño del sistema.

Escenario 12.

Un usuario realiza una consulta de información y ésta debe desplegarse en al menos un seg.

- **S6:** El tiempo de respuesta del sistema es altamente sensitivo al número de consultas y tamaño de los procedimientos que se realizan a la base de datos, es por eso que se registra como punto de sensibilidad que afecta negativamente el desempeño.
- **NR2:** Si la información solicitada por un usuario no es desplegada, el usuario puede realizar nuevamente dicha solicitud y recibir respuesta del sistema, sin que esto afecte la disponibilidad.

Escenario 15.

Extraer backups de información cuando el sistema se encuentre en su menor carga de procesamiento.

- **S7:** La hora programada para realizar los backups de información de la base de datos determinan el desempeño del sistema. Este es un punto de sensibilidad que afecta positiva o negativamente al desempeño dependiendo de la hora de la realización de los backups.
- **T1:** El método de almacenar un backup de la base de datos es un tradeoff que afecta la seguridad y el desempeño, ya que dependiendo del método puede aumentar la seguridad disminuyendo el desempeño o viceversa.
- **R4:** La decisión de almacenar un backup es un riesgo si es realizado en horas pico y en un ambiente inadecuado, debido a que afectará el desempeño del sistema.

Escenario 17.

Manejo por parte del sistema de encriptación de claves para el acceso al sistema.

- **S8:** El uso de encriptación en claves y notas es sensible al número de bits que contienen estos datos. Este punto de sensibilidad afecta la seguridad.
- **T2:** Al cambiar el nivel de encriptación utilizado por el sistema en las

claves de acceso de cada usuario y calificaciones de cada estudiante, podrían tener un significado impactante para la seguridad y el desempeño, ya que este aumento puede mejorar la seguridad pero requiere de mayor tiempo de transformación disminuyendo el desempeño. Por tal razón se convierte en un punto de compensación en la arquitectura.

Escenario 18.

El sistema restringe el acceso a usuarios no autorizados.

- **T3:** El aumentar los niveles de seguridad en la red (firewall, DMZ, routers, etc) y en el sistema (HTTPS, certificados, etc) mejoraría la seguridad pero al mismo tiempo reduciría el desempeño ya que el tiempo de respuesta sería menos óptimo. Este es un punto de compensación que mejora la seguridad pero reduce el desempeño.
- **R5:** El acceso restringido a usuarios no autorizados es un riesgo si no se han establecido las políticas correctas de control de accesos.

4.2.3. FASE 3: PRUEBAS

4.2.3.1. Paso 7: Lluvia de ideas y priorización de escenarios

En este paso los involucrados participan en una lluvia de ideas de escenarios de casos de uso, escenarios de crecimiento y escenarios exploratorios, para luego priorizarlos mediante un procedimiento de votación donde se asigna a cada involucrado un número de votos igual al 30% del número de escenarios.

Los líderes y desarrolladores del sistema al ser un grupo productivo, dieron como resultado un total de 29 escenarios, de los cuales algunos ya se encontraban en el utility tree pero no fueron analizados. Los involucrados expresan su opinión y algunos escenarios toman mayor importancia que en la fase anterior.

La Tabla 4.2, contiene una selección de los escenarios más importantes que surgieron en este paso. Se puede notar que algunos de ellos no están muy bien estructurados, esto refleja la naturalidad del ejercicio de la lluvia de ideas. Si algún escenario requiere aclaración o mayor análisis se lo realiza con la ayuda de la persona que lo propuso antes de la votación.

A continuación se presentan resultados obtenidos de la lluvia de ideas de escenarios:

NRO.	ESCENARIO
1	Enviar una alta cantidad de datos al modulo de calificaciones y ser capaz de analizar el desempeño.
2	Correr el sistema en un ambiente de pruebas sin tener caídas; sin fallas de hardware o software y terminar normalmente.
4	Trabajar sobre varios módulos simultáneamente, desde la Intranet y extranet.
5	Realizar un cambio dentro de las clases que maneja el sistema y ser capaces de entender el efecto / impacto en otros objetos, componentes o clases.
6	El implementar reglas dentro del firewall para prevenir ataques, causa que el acceso a los datos sea demasiado lento.
7	Se agregan nuevos registros a las tablas de la base de datos del SAEW y mantiene la integridad de los datos.
8	Un usuario desea un listado de los alumnos con sus respectivas calificaciones finales, los que pasan a supletorio y repiten la materia.
9	Un error en el sistema causa que todas las calificaciones ingresadas, no se almacenen.
10	Se introduce un nuevo proceso de flujo de datos para el registro y comprobación de información de estudiantes.
11	La comunicación principal dentro de la red donde se encuentra el sistema impide sus servicios normales.
12	El servidor de base de datos se ha reiniciado y no bootea.
13	Un componente en el servidor falla y no puede responder a solicitudes de los usuarios.
14	Se migra a otra base de datos la actual información del SAEW.
15	El Sistema se encuentra en proceso de matriculas, admitiendo varias conexiones simultaneas.
16	Se incrementa el número de usuarios que acceden al Sistema en forma simultánea.
17	Añadir/Modificar/Eliminar librerías importantes en el SAEW.
18	Añadir/Modificar/Eliminar una función dentro del SAEW.
19	Añadir/Modificar/Eliminar una interfaz de usuario importante.
20	Intención desautorizada de desplegar, cambiar y/o eliminar información del SAEW.
21	Se produce un atentado para acceder a servicios del sistema, y reducir su disponibilidad.
22	Los usuarios desean obtener información estadística desde diferentes periodos académicos.

NRO.	ESCENARIO
23	Una excepción durante la ejecución del sistema ocurre, el sistema sigue funcionando dependiendo de la gravedad del error y notifica las condiciones bajo las cuales no se produce.
24	Un usuario remoto requiere un reporte de la base de datos vía Web en temporada de alta demanda y lo recibe dentro de 5 segundos.
25	El almacenamiento o depósito del sistema será cambiado a otro procesador cuando el procesador de este falle y lo hará en tan solo en un minuto.
26	Migrar a un nuevo sistema operativo, o cambiar a una nueva versión del existente, en menos de una semana de trabajo.
27	Agregar un nuevo servidor de datos para reducir la latencia de 5 a 2.5 segundos dentro de una semana de trabajo.
28	Los líderes del sistema deciden cambiar de equipo de desarrolladores y capacitarlos en menos de una semana.
29	El equipo de desarrollo no estableció todos los perfiles para los usuarios que ingresan al sistema.

Tabla 4.6: Escenarios generados en Lluvia de ideas de SAEW

Después de reunir los escenarios, los involucrados proceden a realizar la votación. Se asignó 9 votos a cada involucrado (30% del número de escenarios encontrados), para que asignen sus votos a los escenarios que consideren de mayor importancia.

4.2.3.2. Paso 8: Analizar las propuestas arquitectónicas

Al obtener el resultado de la votación de la lluvia de ideas en el paso 7, se ha encontrado que algunos de los escenarios de mayor puntaje coinciden con algunos escenarios descritos en el utility tree, pero además se descubrieron nuevos escenarios que deben ser evaluados.

A continuación se procede a describir los nuevos escenarios encontrados con sus respectivos puntos de sensibilidad, riesgos, no – riesgos y tradeoff.

Escenario 11.

La comunicación principal dentro de la red donde se encuentra el sistema impide sus servicios normales.

- **S9:** Los servicios normales del sistema son sensibles a la disponibilidad de la red en la que se encuentra.

- **R6:** El no disponer de los medios físicos de contingencia y de los responsables de la comunicación dentro de la red en el momento en que se presenta alguna anomalía, es un riesgo que puede afectar la disponibilidad del sistema.

Escenario 28.

Los líderes del sistema deciden cambiar de equipo de desarrolladores y capacitarlos en menos de una semana.

- **S10:** El nuevo equipo de trabajo es sensible al grado de conocimiento y experiencia de cada uno de los integrantes, este es un punto de sensibilidad que afecta la modificabilidad.
- **R7:** El contratar un nuevo equipo de desarrolladores implica un riesgo que afecta la modificabilidad del sistema, si el anterior equipo de trabajo no realizó la documentación detallada correspondiente de cada una de las funciones, librería y estructuras de datos utilizadas.

Escenario 29.

El equipo de desarrollo no estableció todos los perfiles para los usuarios que ingresan al sistema.

- **R8:** El no definir el perfil de algún usuario que requiera el manejo de información del SAE puede afectar la disponibilidad ya que dicho usuario no podrá ingresar al sistema.
- **S11:** El acceso a la información del sistema es sensible a los permisos establecidos para cada uno de los perfiles, afectando la seguridad.

4.2.4. FASE 4: INFORMES

4.2.4.1. Paso 9: Presentar los resultados

Luego de un análisis profundo de todos los escenarios generados en el utility tree y de la lluvia de ideas junto con la priorización de los escenarios se obtuvieron los siguientes puntos como aplicación del ATAM:

- **Escenarios descubiertos**

ESCENARIOS	PRIORIZACION
El servidor sufre una falla y deja de funcionar, el sistema debería estar en funcionamiento en un servidor de contingencia en al menos 3 minutos.	(A, M)
La comunicación principal dentro de la red donde se encuentra el sistema impide sus servicios normales.	(A, B)
Si existen deficiencias en tiempos de búsqueda y respuesta, el sistema debe ser flexible a modificaciones por parte del equipo de desarrolladores.	(M, M)
Si el sistema reporta un mensaje de error de cualquier índole al usuario, el sistema seguirá su funcionamiento normalmente.	(M, B)
El equipo de desarrollo no estableció todos los perfiles para los usuarios que ingresan al sistema.	(M, B)
Un usuario realiza una consulta de información y ésta debe desplegarse en al menos un seg.	(M, M)
Manejo por parte del sistema de encriptación de claves para el acceso al sistema.	(A, B)
El sistema restringe el acceso a usuarios no autorizados.	(A, B)
Un usuario solicita actualizar información disponible en la base de datos y el sistema debe ser capaz de mantener esta información disponible en el mismo instante para otro usuario que requiere visualizarla.	(M, B)
Se incrementan servicios, lo cual requiere añadir nuevas funcionalidades al sistema (configuraciones, interfaces, etc). Dicho incremento se completa en menos de una semana.	(M, A)
Extraer backups de información cuando el sistema se encuentre en su menor carga de procesamiento.	(M, B)
El proveedor de la base de datos lanza una nueva versión en donde la información debe ser migrada en una mínima cantidad de tiempo.	(B, B)
Cambiar la actual base de datos con la de otro proveedor.	(B, A)
Los líderes del sistema deciden cambiar de equipo de desarrolladores y capacitarlos en menos de una semana.	(M, A)

Tabla 4.7: Lista de escenarios generados en ATAM³⁰

- **Puntos de sensibilidad descubiertos**

- **S1:** La disponibilidad del sistema es sensible al número y frecuencia de errores generados durante el manejo del sistema (disponibilidad).
- **S2:** Optimizar los procedimientos de búsqueda es sensible al número de elementos involucrados a modificar (modificabilidad).
- **S3:** El cambiar de versión del motor de base de datos es sensible a la compatibilidad entre funciones y manejo de herramientas de una versión

³⁰ Valoración: alto (A), medio (M) y bajo (B).

a otra (modificabilidad).

- **S4:** Reemplazar la base de datos existente por otra de otro proveedor, sería difícil, debido a que SAEW maneja varios procedimientos almacenados y componentes SQL en la actual base de datos, los mismos que no podrían ser reconocidos en cuanto a su sintaxis en la base de datos del nuevo proveedor (modificabilidad).
 - **S5:** El número promedio de esfuerzo (persona-día) para añadir servicios al sistema puede ser sensible al grado de complejidad de los protocolos de comunicación y al desarrollo de los componentes de los servicios a implementar en el sistema (modificabilidad).
 - **S6:** El tiempo de respuesta del sistema es altamente sensitivo al número de consultas y tamaño de los procedimientos que se realizan a la base de datos (desempeño).
 - **S7:** La hora programada para realizar los backups de información de la base de datos determinan el desempeño del sistema (desempeño).
 - **S8:** El uso de encriptación en claves y notas es sensible al número de bits que contienen estos datos (seguridad).
 - **S9:** Los servicios normales del sistema son sensibles a la disponibilidad de la red en la que se encuentra (disponibilidad).
 - **S10:** El nuevo equipo de trabajo es sensible al grado de conocimiento y experiencia de cada uno de los integrantes (modificabilidad).
 - **S11:** El acceso a la información del sistema es sensible a los permisos establecidos para cada uno de los perfiles. (seguridad).
-
- **Riesgos descubiertos**
 - **R1:** El servidor donde se encuentra el sistema sufre una falla dejando de funcionar y no se dispone de un servidor de contingencia con el mismo ambiente del servidor principal (disponibilidad).
 - **R2:** En el sistema se produce un error y no maneja un mecanismo de captura de errores (disponibilidad).
 - **R3:** El acceso de usuarios en forma masiva en un instante determinado, puede generar un riesgo en los tiempos de respuesta del sistema si no

se ha mantenido una calidad óptima de los algoritmos de búsquedas, conectividad, etc; que garanticen el equilibrio entre uso de memoria y procesamiento (desempeño).

- **R4:** La decisión de almacenar un backup es un riesgo si es realizado en horas pico (desempeño).
 - **R5:** Acceso restringido a usuarios no autorizados sin las políticas correctas de control de accesos (seguridad).
 - **R6:** No disponer de los medios físicos de contingencia y de los responsables de la comunicación dentro de la red en el momento en que se presenta alguna anomalía (disponibilidad).
 - **R7:** Se contrata a un nuevo equipo de desarrolladores pero el anterior equipo de trabajo no realizó la documentación detallada correspondiente de cada una de las funciones, librería y estructuras de datos utilizadas (modificabilidad).
 - **R8:** No se define el perfil de algún usuario que requiera el manejo de información del SAE y dicho usuario no puede ingresar al sistema (disponibilidad).
-
- **No - riesgos descubiertos**
 - **NR1:** Si una solicitud de incremento de servicios o funcionalidades extras a las ya establecidas no es realizada, esta acción no afectaría al desempeño del sistema.
 - **NR2:** Si la información solicitada por un usuario no es desplegada, el usuario puede realizar nuevamente dicha solicitud y recibir respuesta del sistema, sin que esto afecte mayormente la disponibilidad.
-
- **Puntos de tradeoff descubiertos**
 - **T1:** El método de almacenar un backup de la base de datos (seguridad, desempeño).
 - **T2:** Cambiar el nivel de encriptación utilizado por el sistema en las claves de acceso de cada usuario y calificaciones de un estudiante

(seguridad, desempeño).

- **T3:** Aumentar los niveles de seguridad en la red (firewall, DMZ, routers, etc) y en el sistema (HTTPS, certificados, etc). (seguridad, desempeño)

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Luego de la aplicación del modelo ATAM en el SAEW se obtuvieron las siguientes observaciones:

- El estado de la documentación sobre el SAEW se encuentra incompleta. A lo largo de la Fase 1 (Presentación) y durante el análisis de escenarios, se pudo detectar que no se encuentra documentación detallada sobre la arquitectura del sistema (Diagramas de casos de uso vía UML, descripción de capas del sistema, estructura de la base de datos, etc.), detalle que es crítico para la implementación de un sistema que cumpla con todos los requerimientos funcionales y de calidad, así como también para el entrenamiento de nuevo personal, pruebas del sistema y mantenimiento del mismo.
- Al disponer de una documentación mínima y nada rigurosa acerca del SAEW, no fue posible inicialmente que se realice una evaluación de la arquitectura de forma más productiva y completa. El haber realizado varias entrevistas e interacciones con los líderes y equipo de desarrollo, aumentó sustancialmente la documentación producida por la evaluación haciendo de mayor calidad arquitectónica los resultados obtenidos.
- Una ventaja de realizar la evaluación de la arquitectura al sistema, es la gran comunicación que se produce entre los diferentes involucrados, dando como resultado una mejor comprensión de los requerimientos en los cuales se basa el sistema. Con frecuencia los nuevos requerimientos surgen de los resultados de la evaluación. Los líderes y desarrolladores del proyecto vieron esto como descuido importante durante el diseño del SAEW.
- No se maneja patrones de diseño durante la programación. Cada integrante del equipo de desarrollo se encarga de la implementación de

un módulo en forma independiente usando sus propios patrones de programación, en base a sus conocimientos.

- En la arquitectura del sistema se debe definir el diseño con un muy alto nivel, en el que se definan las restricciones, estructura organizacional, razonamiento sobre el cambio, cálculo de costos y esfuerzo del proyecto.
- No se encuentra planificada la distribución de la carga del sistema. El no disponer de una planificación adecuada complica la visión de cómo debe establecerse la estructura de la arquitectura del SAEW.
- Después de realizar la evaluación, se pudo determinar que existen varios problemas en lo que se refiere a la modificabilidad, desempeño, disponibilidad y seguridad. Cada uno de estos problemas requieren cambios que necesitan ser determinados y modelados, tomando en cuenta el impacto que generaran en los otros atributos arquitectónicos de calidad (ejemplo, mejorar la seguridad del SAEW, puede degradar el tiempo de respuesta del sistema).
- Se pudo identificar la importancia que tiene el manejar un adecuado proceso de backups (horario y medios adecuados) de la información de la base de datos central, ya que éste determinará el aumento o reducción del desempeño y seguridad del sistema.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- Una evaluación de arquitectura de software tiene importancia, si las decisiones a tomar sobre esa arquitectura determinen las características de calidad del sistema. Es conveniente evaluar las decisiones de tipo arquitectónico con respecto al impacto que estas causen sobre esas características.
- La arquitectura de software de un sistema es importante para lograr la calidad en muchos requerimientos del proyecto, pero, la arquitectura de software por si sola no puede garantizar este logro, ya que solo define los objetivos del sistema que se les debe prestar atención durante el desarrollo.
- La arquitectura de software también hace posible determinar la estructura del proyecto de desarrollo del sistema. El establecimiento de una arquitectura correcta constituye un factor fundamental en el éxito del proceso de desarrollo del sistema y el cumplimiento de las características de calidad.
- El uso de modelos de evaluación de arquitecturas de software, permite prevenir los posibles desastres de un diseño arquitectónico que no cumpla con los requerimientos de calidad exigidos para todos los sistemas.
- Seleccionar un adecuado modelo de evaluación arquitectónico depende de la forma en que cada elemento de comparación establecido en el modelo se ajuste al contexto de un sistema.

- Cada modelo de evaluación presenta su propia técnica en la que se incluyen diferentes atributos de calidad, involucrados, impacto y reusabilidad de conocimiento, pero aún así se puede identificar en todos una meta colectiva, que es la predicción de la calidad de un sistema para un éxito total.
- Una evaluación durante una fase temprana del diseño de la arquitectura de software utilizando el modelo ATAM, es válido para futuros componentes que se adhieran a la arquitectura de software, siempre que estos cumplan con los mismos patrones que los ya evaluados.
- La utilización del modelo de evaluación ATAM permite reunir de manera simultánea a todo un equipo de evaluadores, arquitectos y demás involucrados en el sistema, para detectar riesgos potenciales, puntos de sensibilidad, puntos de acuerdos y para mejorar la documentación en base a las decisiones arquitectónicas.
- Luego de haber realizado una evaluación al sistema SAEW, se ha detectado una falta de documentación arquitectónica que es indispensable para la implementación de un sistema que cumpla con todos los requerimientos funcionales y de calidad.
- El no disponer de una documentación completa sobre la arquitectura del SAEW, retrasó la planificación establecida para la evaluación del sistema. Se realizaron entrevistas, lluvia de ideas y análisis de escenarios para obtener una mayor visión de cómo se encuentra actualmente el sistema y poder presentar resultados reales.
- En la evaluación del SAEW, aún no se encuentra establecida una planificación adecuada de la arquitectura, en base a la carga, distribución en la red, seguridades, manejo de procesos, replicación y manejo de respaldos.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda manejar un modelo de evaluación durante la fase temprana o mediana de la etapa de diseño de la arquitectura de software, ya que reducirá el costo de correcciones de errores y aumentará la calidad del producto.
- Se recomienda la utilización de ATAM para la evaluación de arquitecturas, ya que el modelo permite una evaluación temprana; es decir, no es necesario que toda la arquitectura se encuentre definida para ser evaluada.
- Las estrategias de mitigación utilizadas pueden estar relacionadas con el proceso. Estas estrategias pueden ser directivas, o no, sin embargo, ofrecer estrategias de mitigación no es una parte integral del ATAM ya que se encarga principalmente de localizar riesgos arquitectónicos.
- Se recomienda la utilización de patrones de diseño para los próximos módulos a desarrollarse en el SAEW, ya que permite mejorar el mantenimiento y la reusabilidad entre módulos.
- Se debería definir el modelo transferible y reusable que manejará la arquitectura, es decir, las líneas de producto, restricciones en alternativas de diseño, uso de templates o frameworks y la implicación de los usuarios en el sistema.
- Se debe establecer una estructura detallada sobre los escenarios de calidad, modelo de negocio, estructura de módulos (descomposición modular, capas, clases), estructura de componentes y conectores (Cliente-Servidor, concurrencia, procesos, datos compartidos) y las estructuras de colocación (asignación de trabajo, desarrollo, implementación) que se aplicarán al sistema, de tal forma que se llegue a alcanzar los objetivos, metas y requerimientos solicitados por todos los

involucrados.

- Se requiere definir de una manera más clara la estructura del negocio, módulos, escenarios de calidad, componentes y conectores; de tal forma que se lleguen a alcanzar los requerimientos de calidad del SAEW.
- Se recomienda capacitar a todos los responsables del sistema, sobre los diferentes aspectos relacionados con los requerimientos arquitectónicos, atributos, estilos y vistas arquitectónicas, que se deben aplicar a los sistemas que trabajan en un ambiente Web, de tal forma que se pueda asegurar el mantenimiento y calidad del SAEW.
- Se recomienda mantener una independencia entre módulos de tal manera que se disminuya la interacción entre las llamadas y/o se aumente el acoplamiento.
- La arquitectura debe ser escalable y flexible de tal manera que permita el crecimiento y la adición de nuevas funcionalidades.
- Se recomienda que la arquitectura del SAEW, esté compuesta por un conjunto específico y pequeño de áreas cuyos recursos hay que especificar de acuerdo a unos criterios bien definidos y perfectamente conocidos por el equipo de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

TESIS:

ESPINOZA TORRES, Enna del Carmen. AUDITORIA DEL DESEMPEÑO DEL SAE. Capítulo 2; Págs, 77-79. Quito- Junio 2003

LIBROS:

PRESSMAN, Roger S. Ingeniería de Software, Un Enfoque Práctico. Quinta Edición. McGraw-Hill editores. 2002.

WITT Bernard; TERRY Baker F.; MERRITT Everett. Software Architecture and Design: Principles, Models and Methods. Van Nostrand Reinhol. 1994.

BOSCH Jan. Design and Use of Software Architectures. Addison Wesley. 2000.

WHITE PAPERS:

DOBRICA Liliana; NIEMELA Eila. "A Survey on Software Architecture Analysis Methods". IEEE Transactions on Software Engineering. Vol 28, Nº 7. Julio 2002.

BOSCH J; MOLIN P. "Software Architecture Design: Evaluation and Transformation". IEEE Eng. of Computer Based Systems Symp. Dec. 1999.

LASSING N.; RIJSENBRIJ D.. "The Goal of Software Architecture Analysis: Confidence Building or Risk Assessment". Proc. First Benelux Conf. State-of-the-art of ICT Architecture. 1999.

LANE T. "Studying Software Architecture through Design Spaces and Rules". Software Engineering Institute Technical Report CMU/SEI-90-TR-18.

ABOWD G.; BASS L.; CLEMENTS P. "Scenario-Based Analysis of Software Architecture". Department of Computer Science. Technical Report CS-95-45.

KAZMAN R.; BASS L.; Abowd G.; Webb M. "SAAM: A Method for Analyzing the Properties Software Architectures". ICSE 16, May 1999. 81-90.

BERGEY, J.; FISHER, M.; JONES, L.; KAZMAN R. "Software Architecture with ATAM in the DoD System Acquisition Context". (CMU/SEI-99-TN-012, ADA 377450). Pittsburgh, Pa.: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Septiembre 1999.

KAZMAN R.; KLEIN Mark; CLEMENTS Paul. "ATAM: Method for Architecture Evaluation". Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Agosto 2000.

KAZMAN] R.; CARRIERE S.J.; WOODS S.G. "Toward a Discipline of Scenario-Based Architectural Engineering". Annals of Software Eng., Vol. 9, 2000,

BERGEY, J.; FISHER, M.; JONES, L. "The DoD Acquisition Environment and Software Product Lines". Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. May 1999.

EQUIPO DE DESARROLLO. "Especificación de Requerimientos". Proyecto SAE Integrado. Diciembre/2006-Enero/2007

WEB:

Definiciones básicas para el Marco Teórico.

<http://es.wikipedia.org/>

Documentación referente a modelos de evaluación de arquitecturas de software.

<http://www.ipd.hk-r.se/pob/archive/thesis.pdf>

Información a cerca de las diferentes vistas arquitectónicas.

<http://www.sei.cmu.edu/staff/rkazman/annals-scenario.pdf>

Definición de los roles de cada involucrado al sistema.

http://is.ls.fi.upm.es/doctorado/Trabajos20042005/Pacheco_Aguero.pdf.

Información a cerca de Arquitecturas Web en tres capas.

http://oness.sourceforge.net/docbook/oness.html#three_layers_web#three_layers_web

Documentación sobre el modelo e evaluación ATAM.

<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/00.reports/00tr004.html>

Información de las fases del modelo de evaluación ATAM.

http://www.sei.cmu.edu/architecture/products_services/atam.html

Información sobre un caso de estudio del ATAM.

<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/99.reports/99tn012/99tn012abstract.html>>.

Definición de técnicas de elicitación de requerimientos.

[http://www.ogarcia.unlu.edu.ar/se/doc/ElicitaciondeRequerimientos\(2\).ppt](http://www.ogarcia.unlu.edu.ar/se/doc/ElicitaciondeRequerimientos(2).ppt)

Información acerca los principios de evaluación de arquitecturas de software.

http://www.inf.utfsm.cl/~hernan/cursos/MII414-2004s2/bitacora/sesion_03a-2pp.pdf.

ANEXOS

ANEXO A: CUESTIONARIO REALIZADO A LOS INVOLUCRADOS DIRECTOS DEL SISTEMA “SAEW”

A continuación se presenta las preguntas realizadas a los líderes y desarrolladores del proyecto, así como a los encargados del centro de cómputo en lo que se refiere a su administración en la red.

1. PREGUNTAS GENERALES:

- De una descripción de las capas que conforman el sistema. ¿Entre las capas cuáles son los componentes de conectividad?
- De una descripción del flujo de datos entre los diferentes módulos. ¿En qué estado (etapa de desarrollo) se encuentran actualmente los módulos que se planearon desarrollar en el sistema?
- ¿Qué personas se encuentran involucradas directa o indirectamente con el sistema? ya sea para desarrollo, planeación, pruebas, etc.
- ¿Mediante qué estándares de calidad se rige el desarrollo e implementación del sistema?
- ¿Qué atributos de calidad son los más importantes para el sistema? ¿Por qué? ¿Cómo los están implementando?
- ¿Qué eventos consideran como riesgos del sistema, ya sea en su desarrollo, implementación, manejo de los usuarios?
- ¿Qué objetivos persigue el sistema?
- ¿Cómo se maneja el soporte a usuarios?
- ¿Qué tipo de metodología utilizan para el desarrollo? ¿Por qué seleccionaron ésta?
- ¿Qué características de HW y SW maneja el sistema SAEIntegrado?
- ¿Existen subsistemas dentro del SAEIntegrado o existe relación con otros sistemas dentro de la EPN?
- ¿Cómo administran la base de datos central?

- ¿Mediante qué procedimientos se accede a la información de la base de datos?
- ¿Cómo administran la arquitectura cliente/servidor, mediante qué políticas de seguridad protegen esta arquitectura?

2. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.

- ¿Cómo se administran los procesos (Mono o multi thread)?
- ¿Cómo se administra la sincronización de procesos?
- ¿Cómo se administra el acceso a memoria compartida por parte de las tareas?
- ¿Se maneja procesamiento distribuido?
- ¿Se maneja encapsulamiento de datos?
- ¿Cómo administran la consistencia de la información de la base de datos?
- ¿Cuáles son las políticas para asignación de prioridades de los procesos en la red?
- Descripción del diagrama de red y cómo esta afecta el desempeño del sistema.
- Detalle el ancho de banda de cada punto de la red.
- ¿Qué tipo de protocolo se utiliza en la conectividad (síncrono o asíncrono)?
- Detalle el impacto de los firewall dentro del desempeño del sistema.
- ¿Cuántas sesiones concurrentes y usuarios soporta el sistema en promedio durante los tiempos de máxima carga?
- ¿Cuál es el tiempo de respuesta máximo durante una máxima carga en el Sistema?

3. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD.

- ¿Qué tipos de fallas se ha identificado durante la ejecución del Sistema?

- ¿Es utilizado el concepto de redundancia dentro de la arquitectura? Si es así cuánto tiempo se toma para reestablecer una conexión.
- ¿Se utiliza el mecanismo de envío de mensajes ante alguna falla?

4. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DE LA MODIFICABILIDAD.

- ¿Qué tan modificable es el sistema?
- ¿Si un tipo de dato compartido cambió, cuántas partes de la arquitectura son afectados?
- ¿Si se añade un nuevo módulo al sistema cuál sería su impacto?
- ¿Cómo es afectado el sistema si se desea cambiar de proveedor de base de datos o de sistema operativo?

5. PREGUNTAS RELACIONADAS CON LA EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD.

- ¿Mediante qué mecanismo se controla el acceso no autorizado a los datos del sistema?
- ¿Cómo controlan la integridad de los datos?
- ¿Qué políticas de respaldo y recuperación de los datos poseen?
- ¿Qué políticas de seguridad manejan vía Web?
 - Encriptación.
 - Certificados de Seguridad.
 - Otros
- ¿En que ambiente físico se encuentran los servidores?

ANEXO B: DESCRIPCIÓN DE CASOS DE USO DEL SISTEMA “SAEW”

MÓDULO: SAE-ADMISIONES³¹

1. REQUISITOS FUNCIONALES

- El sistema permitirá mostrar a los aspirantes y al público en general, todo el procedimiento de inscripción tanto para la Prueba de Aptitud Académica como para los Exámenes de Ubicación que servirán como alternativas para su ingreso a la EPN en el próximo período lectivo.
- El sistema permitirá que el aspirante pague en tesorería los derechos para la Prueba de Aptitud Académica y/o Exámenes de Ubicación. Para ello registrará el número de cédula, el nombre y el número de derechos que adquiere el aspirante y emitirá un comprobante de pago con el valor respectivo.
- El sistema permitirá que el aspirante se inscriba para rendir la Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación, para lo cual pedirá al aspirante que ingrese su número de cédula y chequeará que haya pagado el valor de la inscripción.
- El sistema pedirá al aspirante que llene sus datos personales.
- El aspirante selecciona la Escuela (Ingeniería o Tecnología), y posteriormente:
 - Le permitirá registrarse en la Prueba de Aptitud y el sistema le indicará el día y horario respectivo en que debe presentarse.
 - Le permitirá registrarse en el Examen de Ubicación, para lo cual seleccionará la(s) materia(s) y el sistema le indicará el día y el horario respectivo en que debe presentarse.
- El aspirante deberá imprimir esta solicitud y entregarla el día en que rinda su prueba.

³¹ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Admisiones, Enero 2007.

- El sistema mostrará la lista de aspirantes y permitirá desplegar los datos de inscripción de un aspirante y los exámenes que ha rendido para ingresar a la E.P.N.
- El sistema permitirá listar los aspirantes por fecha y aula, y además por escuela y materia en el caso de los Exámenes de Ubicación.
- El sistema permitirá al Jefe de la Unidad de Admisión listar todos los aspirantes que aprobaron la Prueba de Aptitud Académica y/o el Examen de Ubicación.
- La(s) persona(s) encargada de evaluar podrán registrar las calificaciones directamente o desde un archivo Excel, respecto a las Pruebas de Aptitud Académica.
- La(s) persona(s) encargada de evaluar podrá registrar las calificaciones directamente o desde un archivo Excel, respecto a los Exámenes de Ubicación.
- El sistema permitirá que el aspirante consulte su calificación obtenida luego de rendir la Prueba de Aptitud Académica o Examen de Ubicación, para lo cual el aspirante registrará la cédula.
- El sistema permitirá al Jefe de la Unidad de Admisión confirmar las inscripciones de los aspirantes. El aspirante presentará copia de los documentos (cédula, acta, ingresos). Luego de registrar los datos requeridos (colegio, dirección), el sistema le generará el código único y le preparará para que pueda matricularse. El código se le entregará al aspirante.

2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO(ESCENARIOS).

Lista de Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Aspirante	Es la persona que se ha graduado o está por graduarse del colegio y desea ingresar a la E.P.N. Esta persona no puede ser estudiante de la E.P.N., en el caso de la Prueba de Aptitud.
Jefe de Unidad de Admisión	<ul style="list-style-type: none"> • Es la persona que se encarga de gestionar el historial del aspirante. • Se encarga de confirmar la inscripción de los aspirantes, como paso previo a la matrícula. • Se encarga de registrar las calificaciones de las Pruebas de Aptitud Académica y Exámenes de Ubicación.

	<ul style="list-style-type: none"> Se encarga además de obtener listados de aspirantes.
Tesorero	Es la persona encargada de registrar los pagos de los derechos de inscripción tanto para las Pruebas de Aptitud como para los Exámenes de Ubicación que realizan los aspirantes en Tesorería.

Tabla B.1: Lista de actores del módulo SAE-ADMISIONES

Lista de Casos de Uso

NÚMERO	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Registrar Datos Personales	El Aspirante registrará sus datos personales para poder inscribirse en las pruebas de Aptitud y/o Exámenes de Ubicación.
2	Inscribir Pruebas	El aspirante escoge la opción Inscripción, y de acuerdo a los derechos de inscripción que el aspirante adquirió, aparecen las opciones de inscripción para la Prueba de Aptitud y Exámenes de Ubicación con sus respectivas fechas y horarios. El aspirante deberá imprimir esta solicitud y entregarla el día en que rinda su prueba.
3	Consultar Resultados	El aspirante consulta el resultado de su Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación.
4	Pagar Derecho Inscripción	El Tesorero registrará los pagos de los derechos para la Prueba de Aptitud Académica y/o Exámenes de Ubicación.
5	Gestionar Aspirante	El sistema mostrará al Jefe de la Unidad de Admisión el número de Solicitudes para Pruebas de Aptitud Académica o Exámenes de Ubicación que ha realizado una persona en toda su vida para ingresar a la E.P.N.
6	Listar Inscritos por Fecha	El Jefe de la Unidad de Admisión lista los aspirantes inscritos por fecha y aula.
7	Listar Aprobados	El Jefe de la Unidad de Admisión lista los aspirantes que aprobaron la Prueba de Aptitud Académica y los Exámenes de Ubicación.
8	Calificar Aptitud	El Jefe de la Unidad de Admisión podrá registrar las calificaciones de las Pruebas de Aptitud Académica desde un archivo Excel.
9	Calificar Ubicación	El Jefe de la Unidad de Admisión podrá registrar las calificaciones de los Exámenes de Ubicación desde un archivo Excel.
10	Confirmar Inscripción	El Jefe de la Unidad de Admisión legaliza la inscripción del aspirante. El aspirante acepta matricularse en la E.P.N., para ello deberá presentar los documentos respectivos, y registrar todos sus datos personales, de colegio y de ingresos familiares. El sistema le generará el código único y le preparará para que pueda matricularse. El código se le entregará al aspirante.

Tabla B.2: Lista de casos de uso del módulo SAE-ADMISIONES

Descripción de Casos de Uso

CASO DE USO	<i>Registrar Datos Personales</i>
FUNCIÓN	El Aspirante registrará sus datos personales para poder inscribirse en las pruebas de Aptitud y/o Exámenes de Ubicación.
ACTORES	Aspirante
PRECONDICIÓN	El aspirante debe adquirir en Tesorería los derechos de inscripción para la Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación.
POSCONDICIÓN	El aspirante está inscrito para rendir la Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El aspirante digita su número de cédula. 2. El aspirante ingresa o actualiza información personal como: <ul style="list-style-type: none"> • Nombres • Libreta militar • Estado Civil • Género • Fecha de nacimiento • Dirección y Teléfono • Procedencia 3. El sistema guarda la información. 4. El sistema encuentra aspirante y tiene registro de Aptitud y / o Ubicación 5. Despliega datos de aspirante, información de registro Aptitud, información de registro Ubicación. 6. Mensaje “ Primero debe adquirir derecho”

Tabla B.3: Registrar Datos Personales en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Inscribir Pruebas</i>
FUNCIÓN	El aspirante se inscribe para la prueba de aptitud o de ubicación.
ACTORES	Aspirante
PRECONDICIÓN	El aspirante debe adquirir en Tesorería los derechos de inscripción para la Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación.
POSCONDICIÓN	El aspirante está inscrito para rendir la Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación y tiene registrados sus datos personales.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El aspirante solicita inscripción en Aptitud. 2. Si el sistema encuentra en pagos no procesados y no es estudiante. <ol style="list-style-type: none"> 2.1 El aspirante selecciona escuela. 2.2 El sistema indica fecha, hora disponible. 2.3 El aspirante acepta. 2.4 El sistema graba y despliega 2.5 El aspirante imprime 3 Caso contrario <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Si el sistema encuentra registro en Aptitud <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1 El sistema despliega datos de Aptitud y un mensaje “Ya está registrado”. 3.2 Caso Contrario <ol style="list-style-type: none"> 3.2.1 Mensaje “Debe adquirir derecho”
FLUJO ALTERNATIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1 El aspirante solicita inscripción en Ubicación. 2 Si el sistema encuentra N pagos no procesados <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Si es estudiante y tiene 3 matrícula. <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1 Mensaje “No permitido, tiene 3 matrícula” 2.2 Caso Contrario <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1 para cada pago <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1.1 El aspirante selecciona escuela y materia. 2.2.1.2 El sistema indica fecha y hora disponible 2.2.1.3 Aspirante acepta 2.2.1.4 El sistema guarda y despliega

CASO DE USO	<i>Inscribir Pruebas</i>
	<p>2.2.1.5 El aspirante imprime</p> <p>3 Si el sistema encuentra registro de Ubicación.</p> <p>3.1 El sistema despliega datos de ubicación y mensaje “Ya registrado”.</p> <p>4 Mensaje “Primero debe adquirir derecho en tesorería”</p>

Tabla B.4: Inscribir Pruebas en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Consultar Resultados</i>
FUNCIÓN	El aspirante consulta el resultado de su Prueba de Aptitud Académica o Prueba de Ubicación.
ACTORES	Aspirantes
PRECONDICIÓN	La Unidad de Admisión calificó las Pruebas de Aptitud Académica y Exámenes de Ubicación tomados a los aspirantes.
POSCONDICIÓN	
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El aspirante ingresa su cédula 2. El sistema busca al aspirante 3. If el sistema encuentra al aspirante. <ol style="list-style-type: none"> 3.1 El sistema muestra la calificación obtenida y si aprobó o no con ese puntaje 3.2 Si el aspirante aprueba, el sistema muestra el procedimiento para las matrículas. 4. Else <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Mensaje de “Aspirante no registrado”

Tabla B.5: Consultar Resultados en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Pagar Derecho de Inscripción</i>
FUNCIÓN	El Tesorero registrará los pagos de los derechos para la Prueba de Aptitud Académica y/o Exámenes de Ubicación adquiridos por los aspirantes. Para ello registrará el número de cédula y el nombre del aspirante, y emitirá un comprobante de pago con el valor respectivo.
ACTORES	Tesorero, Aspirante
PRECONDICIÓN	El aspirante no debe ser estudiante de la EPN, o si es estudiante solo podrá adquirir derechos para Exámenes de Ubicación.
POSCONDICIÓN	Queda registrado los datos de cedula y nombres del aspirante y los pagos de derechos de inscripción respectivos para Examen de Ubicación y/o Aptitud.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El tesorero ingresa la cedula del aspirante. 2. If el sistema constata que no es estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 El tesorero ingresa el nombre del estudiante. 2.2 El estudiante indica el tipo de examen y cuantos va a adquirir. 3. Else: <ol style="list-style-type: none"> 3.1 El sistema despliega el nombre del estudiante y un mensaje “Solo examen de ubicación” 3.2 El estudiante indica cuantos exámenes de ubicación. 4. El sistema indica el valor a pagar de los derechos. El tesorero solicita grabar e imprimir los derechos.

Tabla B.6: Pagar de Derecho de Inscripción en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Gestionar Aspirante</i>
FUNCIÓN	El sistema mostrará al Jefe de la Unidad de Admisión el número de Solicitudes para Pruebas de Aptitud Académica y/o Exámenes de Ubicación que ha realizado una persona en toda su vida para ingresar a la E.P.N.
ACTORES	Jefe de la Unidad de Admisión
PRECONDICIÓN	Los aspirantes deben estar inscritos para la Prueba de Aptitud

CASO DE USO	<i>Gestionar Aspirante</i>
	Académica y/o Prueba de Ubicación.
POSCONDICIÓN	
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema presenta la lista de aspirantes registrados de acuerdo a fechas y otros filtros indicados por el actor. 2. El actor selecciona un aspirante y solicita desplegar. 3. El sistema despliega: <ul style="list-style-type: none"> • Los datos de inscripción del aspirante • Los exámenes que ha rendido para ingresar a la E.P.N.

Tabla B.7: Gestionar Aspirantes en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Listar Inscritos por Fecha</i>
FUNCIÓN	El Jefe de la Unidad de Admisión lista los aspirantes por fecha y aula previa a la evaluación de la Prueba de Aptitud Académica o Examen de Ubicación.
ACTORES	Jefe de la Unidad de Admisión
PRECONDICIÓN	Debe haber estudiantes registrados para las Pruebas de Aptitud Académica o Exámenes de Ubicación.
POSCONDICIÓN	
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Jefe de la Unidad de Admisión indica la fecha y el aula. 2. El sistema muestra los aspirantes a la Prueba de Aptitud Académica o Examen de Ubicación que corresponden a la fecha y aula.
FLUJO ALTERNATIVO	

Tabla B.8: Listar Inscritos por fecha en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Listar Aprobados</i>
FUNCIÓN	El Jefe de la Unidad de Admisión lista a los aspirantes que aprobaron la Prueba de Aptitud Académica y los Exámenes de Ubicación.
ACTORES	Jefe de la Unidad de Admisión
PRECONDICIÓN	La Unidad de Admisión calificó las Pruebas de Aptitud Académica y los Exámenes de Ubicación tomados a los aspirantes.
POSCONDICIÓN	
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Jefe de la Unidad de Admisión escoge la materia. 2. El sistema muestra los aspirantes aprobados de la materia antes escogida.
FLUJO ALTERNATIVO	

Tabla B.9: de Listar Aprobados en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Calificar Aptitud</i>
FUNCIÓN	El Jefe de la Unidad de Admisión cargará los resultados de las Pruebas de Aptitud Académica.
ACTORES	Jefe de la Unidad de Admisión
PRECONDICIÓN	La Unidad de Admisión entregó los datos en medios magnéticos.
POSCONDICIÓN	Los resultados de las Pruebas de Aptitud quedan registrados en la base de datos.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Jefe de la Unidad de Admisión solicita cargar los datos desde un dispositivo magnético. 2. El sistema graba los datos.
FLUJO ALTERNATIVO	

Tabla B.10: Calificar Aptitud en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Calificar Ubicación</i>
FUNCIÓN	El Jefe de la Unidad de Admisión resultados de los Exámenes de Ubicación.
ACTORES	Jefe de la Unidad de Admisión
PRECONDICIÓN	La Unidad de Admisión entregó los datos en medios magnéticos.
POSCONDICIÓN	Los resultados de los Exámenes de Ubicación quedan registrados en la base de datos.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Jefe de la Unidad de Admisión solicita cargar los datos desde un dispositivo magnético. 2. El sistema graba los datos.
FLUJO ALTERNATIVO	

Tabla B.11: Calificar Ubicación en SAE-ADMISIONES

CASO DE USO	<i>Confirmar Inscripción</i>
FUNCIÓN	El Jefe de la Unidad de Admisión confirma la inscripción del aspirante. El aspirante acepta matricularse en la E.P.N., para ello deberá presentar los documentos respectivos (cédula, papeleta de votación, libreta militar), y registrar todos sus datos personales, de colegio y de ingresos familiares. El sistema le generará el código único y le preparará para que pueda matricularse. El código se le entregará al aspirante.
ACTORES	Aspirantes
PRECONDICIÓN	El aspirante aprobó la Prueba de Aptitud Académica y/o Examen de Ubicación.
POSCONDICIÓN	Los aspirantes quedarán registrados para el proceso de matrículas
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El jefe digita cedula del aspirante y el sistema muestra los datos del aspirante. 2. El actor puede actualizar los datos: <ul style="list-style-type: none"> • Apellidos • Nombres • Género • Fecha de nacimiento • Nacionalidad • Nombre del colegio • País del colegio • Especialización en la que cursa o se graduó el aspirante. • Semestre en el que desea matricularse. • Carrera que aspira 3. El actor solicita confirmar 4. El sistema genera un código único y le registra como estudiante. 5. El sistema indica el número generado. 6. El actor solicita imprimir.
FLUJO ALTERNATIVO	

Tabla B.12: Confirmar Inscripción en SAE-ADMISIONES

MODULO: SAE-CALIFICACIONES³²

1. REQUISITOS FUNCIONALES

- El profesor puede registrar las calificaciones de los alumnos de un paralelo seleccionado.
- El ingreso puede ser realizado manualmente en la interfaz o a través de un archivo Excel.
- El sistema validará que las calificaciones:
 - Sean ingresadas en orden secuencial.
 - Estén dentro del periodo establecido.
 - Tengan valores válidos. Las calificaciones primera y segunda no deben exceder de 10 y la tercera no debe exceder de 20.
- Al ingresar la segunda calificación, el sistema realizará la suma de las dos primeras y:
 - Si es superior a 14, el sistema registrará el estado exonerado y registrará la tercera calificación con la suma de las dos anteriores.
 - Si es inferior a 9, el sistema registrará el estado de fallido y registrará la tercera calificación con la suma de las dos anteriores.
 - Si se encuentra en el intervalo [9-14[, el sistema permitirá ingresar la tercera calificación.
- Al ingresar la tercera calificación:
 - Si es mayor o igual que 12, el sistema registra la suma de las tres en el total, y si la misma es mayor o igual que 24, el sistema registrará el estado aprobado, caso contrario el sistema registrará el estado fallido.
 - Si es menor que 12, el sistema registrará el estado fallido y el total obtenido será la suma de las dos calificaciones anteriores.
- Al ingresar cualquier calificación el sistema no permitirá que esta sea modificada posteriormente.
- En el caso de que la calificación a ingresar sea previa autorización, el sistema no tomará en cuenta el orden secuencial.

³² Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Calificaciones, Enero 2007

- El profesor podrá registrar el porcentaje de asistencia total del periodo de un paralelo determinado.
- El ingreso puede ser realizado manualmente en la interfaz o a través de un archivo Excel.
- El sistema validará que la asistencia sea un valor sobre 100.
- El profesor puede realizar la rectificación de una calificación de un estudiante determinado, pero previamente debió haber pedido autorización.
- El sistema permitirá el ingreso del nuevo valor cumpliendo las reglas indicadas en 1 para valores válidos.
- Al ingresar esta calificación el sistema no permitirá que esta sea modificada.
- El sistema llevará un registro de las calificaciones anteriores.
- El profesor seleccionado por el coordinador debe ingresar la nueva calificación del respectivo examen recalificado.
- El coordinador puede habilitar el ingreso de una calificación par un estudiante de una materia, paralelo y número de calificación respectiva.
- El coordinador puede habilitar el ingreso de una calificación par una materia, paralelo y número de calificación respectiva.
- El coordinador puede autorizar la recalificación de un examen de un estudiante en una materia.
- Para esto el coordinador indicará el número de examen y asignará a dos profesores para que recalifiquen el examen.
- El coordinador puede seleccionar profesores, para que éstos puedan recalificar un examen de un estudiante determinado.
- El coordinador puede reautorizar o anular una respectiva autorización.
- El coordinador puede cerrar el periodo.
- El periodo puede ser cerrado para todas las materias de la carrera, o para una materia.
- El sistema permitirá cerrar el periodo solo si se ha superado la fecha límite de la tercera calificación.
- El coordinador puede consultar todos los estudiantes de una determinada materia.
- El coordinador puede consultar todos los estudiantes y paralelos de una determinada materia.

- El coordinador puede consultar todos los estudiantes exonerados de una determinada materia.

2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO (ESCENARIOS).

Lista de Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Coordinador de Carrera	<ul style="list-style-type: none"> • Autoriza ingreso de calificaciones a un profesor en una materia. • Autoriza la rectificación de la calificación de un estudiante. • Autoriza recalificación de examen. • Asigna profesores a recalificar un examen • Consulta información de evaluación académica. • Realiza el cierre de periodo.
Profesor	<ul style="list-style-type: none"> • Registra calificaciones. • Registra asistencia. • Rectifica la nota de un estudiante. • Recalifica un examen de un determinado estudiante.
Secretaria	<ul style="list-style-type: none"> • Registra calificaciones. • Registra asistencia.

Tabla B.13: Lista de actores del modulo SAE-CALIFICACIONES

Lista de Casos de Uso

NÚMERO	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Registrar Calificación.	Registrar las calificaciones de los alumnos de de un paralelo y periodo seleccionado.
2	Registrar Asistencia.	Registrar la asistencia de los alumnos de un periodo de un paralelo seleccionado.
3	Rectificar Calificación Individual.	Ingresar una nueva calificación que reemplaza una calificación ya registrada de un estudiante determinado.
4	Recalificar Examen.	Ingreso por parte de los profesores las notas de recalificación de acuerdo con el reglamento de estudios.
5	Autorizar Calificación Individual.	Habilitar el ingreso de calificaciones de un estudiante determinado.
6	Autorizar Fecha Atrasada.	Habilitar el ingreso de calificaciones de un paralelo determinado.
7	Autorizar Recalificación de Examen.	Autorizar la recalificación de un examen de un determinado estudiante.
8	Asignar Profesores	Seleccionar profesores, para que éstos puedan recalificar un examen de un estudiante determinado.
9	Reautorizar.	Invalidar una autorización realizada.
10	Cerrar Periodo.	Permite completar los valores de las calificaciones, totales y estado de los estudiantes.
11	Evaluación Académica.	Consultar los estudiantes matriculados por materia, los estudiantes y paralelos de una materia y los estudiantes exonerados de una materia.

Tabla B.14: Lista de casos de uso del modulo SAE-CALIFICACIONES

Descripción de Casos de Uso

CASO DE USO	<i>Registrar Calificación</i>
FUNCIÓN	Registrar las calificaciones de los alumnos de de un paralelo y periodo seleccionado.
ACTORES	Profesor, Secretaria
PRECONDICIÓN	Se tiene el registro de los alumnos por materias.
POSCONDICIÓN	Las calificaciones no podrán ser modificadas posteriormente. Se tiene actualizada la información de las calificaciones.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema recibe la identificación del profesor y despliega profesor. 2. El profesor escoge materia y paralelo, en el orden especificado. 3. El sistema despliega la lista de estudiantes correspondientes con sus calificaciones. 4. El profesor indica el número de calificación. 5. El sistema le habilita la columna de la calificación indicada. 6. El profesor ingresa las calificaciones en orden de lista o seleccionando el estudiante en la lista. 7. El sistema verifica que los valores de las calificaciones sean entre 0 y 10, para el caso de la primera y segunda, y para la tercera entre 0 y 20. 8. El sistema registra las calificaciones y realiza las siguientes operaciones. <ol style="list-style-type: none"> 8.1. Si la calificación es la segunda, el sistema realizará la suma de las dos primeras y: <ol style="list-style-type: none"> 8.1.1. Si es superior a 14, el sistema registrará el estado exonerado y registrará la tercera calificación con la suma de las dos anteriores. 8.1.2. Si es inferior a 9, el sistema registrará el estado de fallido y registrará la tercera calificación con la suma de las dos anteriores. 8.1.3. Si se encuentra en el intervalo ≥ 9 y < 14, el sistema permitirá ingresar la tercera calificación. 8.2. Si la calificación es la tercera: <ol style="list-style-type: none"> 8.2.1. Si es ≥ 12, el sistema registra la suma de las tres en el total, y si el total es mayor o igual que 24, el sistema registrará el estado aprobado, caso contrario el sistema registrará el estado fallido. 8.2.2. Si es < 12, el sistema registrará el estado fallido y el total obtenido será la suma de las dos calificaciones anteriores.
FLUJO ALTERNATIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1 En 1 la identificación del profesor en blanco. 2 El sistema solicita profesor. 3 El actor selecciona profesor y sigue en 2. 4 En 6 el profesor escoge importar archivo y sigue en 7.

Tabla B.15: Registrar Calificación en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Registrar Asistencia.</i>
FUNCIÓN	Registrar la asistencia de los alumnos de un periodo de un paralelo seleccionado.
ACTORES	Profesor, Secretaria
PRECONDICIÓN	El profesor debe tener asignada al menos una materia en la cual estén registrados estudiantes.
POSCONDICIÓN	Se tiene actualizada la información de la asistencia.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema recibe la identificación del profesor y despliega profesor. 2. El profesor escoge materia y paralelo, en el orden especificado. 3. El sistema despliega la lista de estudiantes correspondientes con el registro de asistencia. 4. El sistema le habilita la columna de asistencia. 5. El profesor ingresa la asistencia en orden de lista o seleccionando el

CASO DE USO	<i>Registrar Asistencia.</i>
	estudiante en la lista. 6. El sistema verifica que los valores sean sobre 100. 7. El sistema registrará la asistencia.
FLUJO ALTERNO	1. En 1 la identificación del profesor en blanco. 2. El sistema solicita profesor. 3. El actor selecciona profesor y sigue en 2. 4. En 5 el profesor escoge importar archivo y continúa en 6.

Tabla B.16: Registrar Asistencia en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Rectificar Calificación Individual.</i>
FUNCIÓN	Ingresar una nueva calificación que reemplaza una calificación ya registrada de un estudiante determinado.
ACTORES	Profesor.
PRECONDICIÓN	El profesor debe tener asignada al menos una materia en la cual estén registrados estudiantes. El coordinador debió autorizar la respectiva rectificación.
POSCONDICIÓN	Se tiene actualizada la información de las calificaciones. El sistema no permitirá que la nueva calificación sea modificada.
FLUJO BASICO	1. El sistema recibe la identificación del profesor y despliega profesor. 2. El profesor escoge materia, paralelo, estudiante y número de calificación en el orden especificado. 3. El sistema muestra la calificación anterior. 4. El sistema permite ingresar la nueva calificación. 5. El profesor ingresa la calificación. 6. El sistema verifica que la calificación ingresada sea válida cumpliendo las reglas indicadas en 1 para valores válidos 7. El sistema registra la nueva calificación y mantiene un histórico de las calificaciones.
FLUJO ALTERNO	1. En 1 la identificación del profesor en blanco. 2. El sistema solicita profesor. 3. El actor selecciona profesor y sigue en 2.

Tabla B.17: Rectificar Calificación Individual en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Recalificar Examen.</i>
FUNCIÓN	Registrar por parte de los respectivos profesores seleccionados las notas de recalificación de acuerdo con el reglamento de estudios.
ACTORES	Profesor.
PRECONDICIÓN	El coordinador ya debió autorizar la recalificación. El coordinador ya debió seleccionar a los profesores que recalificaran el examen
POSCONDICIÓN	Se tiene actualizada la información de las calificaciones de exámenes recalificados.
FLUJO BASICO	1. El sistema recibe la identificación del profesor y despliega profesor. 2. El profesor escoge materia, paralelo, estudiante y número de examen en el orden especificado. 3. El sistema permite ingresar la nueva calificación. 4. El sistema registra la recalificación.
FLUJO ALTERNATIVO	1. En 1 la identificación del profesor en blanco. 2. El sistema solicita profesor. 3. El actor selecciona profesor y sigue en 2.

Tabla B.18: Recalificar Examen en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Autorizar Calificación Individual.</i>
FUNCIÓN	Habilitar el ingreso de una calificación de un estudiante de un paralelo determinado.
ACTORES	Coordinador.
PRECONDICIÓN	La calificación no debe estar habilitada. Ya debe estar registrada anteriormente.
POSCONDICIÓN	El sistema debe permitir el ingreso de las nuevas calificaciones correspondientes.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escoge materia, paralelo, estudiante y número de calificación en el orden indicado. 2. El coordinador ingresa una justificación de la autorización. 3. El sistema registra la autorización y habilita la calificación correspondiente.

Tabla B.19: Autorizar Calificación Individual en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Autorizar Fecha Atrasada.</i>
FUNCIÓN	Habilitar el ingreso de una calificación de una materia y paralelo determinado.
ACTORES	Coordinador.
PRECONDICIÓN	La calificación no debe estar habilitada. Debe estar fuera de la fecha límite.
POSCONDICIÓN	El sistema debe permitir el ingreso de las calificaciones correspondientes.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escoge materia, paralelo y número de calificación en el orden indicado. 2. El coordinador ingresa una justificación de la autorización. 3. El sistema registra la autorización y habilita la calificación correspondiente.

Tabla B.20: Autorizar Fecha Atrasada en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Autorizar Recalificación de Examen.</i>
FUNCIÓN	Autorizar la recalificación de un examen de un determinado estudiante.
ACTORES	Coordinador.
PRECONDICIÓN	El sistema debe tener un registro de los profesores.
POSCONDICIÓN	El sistema debe permitir el ingreso de la nueva calificación del examen.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escoge materia, paralelo, estudiante y número de examen en el orden indicado. 2. El coordinador ingresa una justificación de la recalificación del examen. 3. El sistema presenta la lista de los profesores que puede escoger. 4. El coordinador asigna a dos profesores para la recalificación del examen. 5. El sistema registra la autorización de la recalificación del examen.

Tabla B.21: Autorizar Recalificación Examen en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Asignar Profesores.</i>
FUNCIÓN	Permite seleccionar profesores que tendrán que recalificar un examen.
ACTORES	Coordinador.
PRECONDICIÓN	Debe tener ingresada la nota Debe tener la respectiva autorización.
POSCONDICIÓN	El sistema debe permitir el ingreso de las calificaciones realizadas por los profesores.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escoge materia, paralelo, estudiante y número de examen en el orden indicado. 2. El coordinador ingresa una justificación. 3. El coordinador selecciona dos profesores para que recalifiquen un examen.

Tabla B.22: Asignar Profesores en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Reautorizar.</i>
FUNCIÓN	Permite dejar sin validez una autorización realizada.
ACTORES	Coordinador.
PRECONDICIÓN	El estudiante debe tener realizada la respectiva reautorización.
POSCONDICIÓN	El sistema permitirá ingresar las nuevas calificaciones que se autorizaron.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escoge materia, paralelo, estudiante y número de nota en el orden indicado. 2. El coordinador ingresa una justificación. 3. El coordinador realiza la respectiva reautorización.

Tabla B.23: Reautorizar en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Cerrar Periodo.</i>
FUNCIÓN	Permite completar los valores de las calificaciones, totales y estado de los estudiantes.
ACTORES	Coordinador.
PRECONDICIÓN	La fecha límite de la tercera calificación debe haber expirado. El sistema debe tener el registro de las calificaciones de los estudiantes.
POSCONDICIÓN	Todos los estudiantes seleccionados tienen sus calificaciones completas y no pueden ser modificadas.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escribe el nombre de la materia 2. El coordinador presiona aceptar 3. El coordinador presiona cerrar periodo 4. El sistema completará los valores de las calificaciones, totales y estado de los estudiantes de esa materia.
FLUJO ALTERNATIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escribe el código de la respectiva materia y se continúa en 2. 2. El coordinador escoge todas las materias y se continúa en 2. 3. El sistema completará los valores de las calificaciones, totales y estado de los estudiantes de todas las materias.

Tabla B.24: Cerrar Periodo en SAE-CALIFICACIONES

CASO DE USO	<i>Evaluación Académica.</i>
FUNCIÓN	Consultar el listado de estudiantes matriculados por materia, los estudiantes y paralelos de una materia y los estudiantes exonerados de una materia determinada
ACTORES	Coordinador
PRECONDICIÓN	
POSCONDICIÓN	
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El coordinador escoge "Evaluación Académica". 2. El sistema despliega los listados correspondientes, según cada caso.

Tabla B.25: Evaluación Académica en SAE-CALIFICACIONES

MODULO: SAE-MATRICULACIÓN³³

1. REQUISITOS FUNCIONALES

- El Sistema mostrará al estudiante su información personal, y podrá realizar modificaciones en ciertos campos como: dirección, teléfono, email y estado civil.
- El sistema podrá permitir modificaciones en algunos campos que no pueden ser modificados por el estudiante como tipo de colegio, nombre del colegio entre otra información a un usuario especial para un proceso de actualización de datos.
- El Sistema mostrará al estudiante su información académica en relación al pénsum, ultimo periodo matriculado, y datos de matricula.
- El Sistema presentará información del currículum académico del estudiante, el cual contendrá: carrera, fecha de ingreso, pénsum, última matrícula y la información de currículum como número de materias, año, periodo, código, nombre de materia, número de matrícula, calificación, numero de créditos de cada materia, estado de aprobación (aprobado A, fallido F, exonerado E).
- El coordinador podrá realizar modificaciones en el currículum académico del estudiante para equiparación y revalidación de materias para cambios de carrera o de universidad y el registro de aprobación de inglés.
- El Sistema presentará una tabla en la cual se encontrará el porcentaje de créditos aprobados por categoría, considerando el pénsum del estudiante.
- El Sistema mostrará la malla curricular del estudiante considerando el pénsum de estudios correspondiente, resaltando las materias aprobadas de las no aprobadas.
- El Sistema mostrará al estudiante el listado de las materias en las que se encuentra matriculado, con el respectivo horario de clases.
- El Sistema presentará información de las calificaciones parciales y totales del estudiante de cada una de las materias tomadas en el periodo actual.
- El Sistema presentará una tabla en la cual se encontrará el detalle de los periodos en los que se ha matriculado el estudiante en la Carrera.

³³ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Matriculación, Diciembre 2006

- El Sistema mostrará todos los pasos necesarios para el proceso de matriculación a través de las siguientes opciones:
- El Sistema permitirá que el estudiante se inscriba en las materias tanto para matrículas ordinarias, extraordinarias y extemporáneas, para lo cual se presentará un listado de las materias que puede tomar considerando los prerrequisitos/ correquisitos de acuerdo a la malla curricular y materias aprobadas. Para el caso de estudiantes que estén realizando la tesis y que se haya vencido el plazo de proyecto de titulación, deberán tomar el curso de actualización, que consta de un paquete de materias para cada seminario. Además se mostrará la información detallada de tipo de matrícula, grupos, paralelos, cupos, horarios, y profesores para cada materia. El Sistema validará los cruces de horarios, impedimentos, reingresos previa autorización, y límites de créditos en la matrícula del estudiante.
- Al finalizar con el proceso de inscripción de materias se mostrará el detalle del valor total a pagar de la matrícula considerando el número de pagos, valor de la matrícula, créditos, descuentos, saldos a favor, saldos en contra y rubros adicionales de la institución y de la carrera. Para el curso de actualización (seminarios) tendrá un valor fijo por matrícula y por crédito según el valor Pregrado (200, 20) y Postgrado (300,20). El usuario deberá escoger la forma de pago: banco, tarjeta de crédito y previa autorización para crédito IECE, pago por rol y pago en partes. Una vez realizada la inscripción el sistema no admitirá cambios.
- El sistema podrá permitir al coordinador de carrera o su delegado la inscripción de materias a aquellos estudiantes que hayan sido previamente autorizados para matrículas extraordinarias y extemporáneas.
- El Sistema le permitirá al Coordinador de Carrera o su delegado realizar el proceso de reinscripción para todos los estudiantes que se les haya previamente autorizado este proceso. La inscripción y retiro de las materias se lo efectuará de la misma manera que el proceso de inscripción (1.2.1); considerando que el sistema validará los cruces de horarios, límites de créditos e impedimentos en la matrícula del estudiante. Una vez realizada la reinscripción el sistema no admitirá cambios.

- El Sistema permitirá al estudiante anular su matrícula siempre que se encuentre dentro del plazo permitido (calendario académico).
- Una vez que el estudiante a indicado la forma de pago en las matrículas ordinarias, extraordinarias, y extemporáneas, Tesorería podrá recuperar, la información de los estudiantes que solicitaron su forma de pago por crédito IECE (previa una autorización 1.3.8), tarjeta de crédito o pago con roles.
- Cuando el estudiante realice su pago el sistema emitirá el comprobante de pago como constancia de registro de pago, quedando automáticamente legalizada la matrícula del estudiante. Para los estudiantes que realicen que tramiten su forma de pago con crédito IECE, quedarán provisionalmente matriculados debiendo realizar el pago de su matrícula hasta la fecha máxima establecida para pagos IECE. Si hasta la fecha máxima autorizada para este tipo de pago, el estudiante no realizará el pago, deberá cancelar su matrícula con cualquier otra forma de pago caso contrario se le anulará la matrícula.
- Al legalizar la matrícula por esta forma de pago automáticamente se creará el número de matrícula para cada estudiante.
- Una vez terminado el periodo de recaudación, el Banco enviará un archivo con los valores recaudados. El sistema tomará ese archivo y le permitirá a la Unidad de Gestión de Información (UGI), realizar el proceso de legalización de las matrículas de los diferentes estudiantes que realizaron el pago de su matrícula en el Banco.
- Al legalizar la matrícula por esta forma de pago automáticamente se creará el número de matrícula para cada estudiante.
- Una vez terminado el periodo de: matrículas ordinarias, extraordinarias y una vez terminado el plazo para pagos en dos partes, el sistema permitirá a la UGI generar un archivo plano que será enviado al banco para el pago de matrículas de los estudiantes.³⁴
- El sistema permitirá registrar autorizaciones para realizar diversos procesos a través de las siguientes opciones:
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera autorizar a un estudiante para que pueda reinscribirse en sus materias. La autorización de

³⁴ Este proceso es opcional para este módulo.

reinscripción permitirá al estudiante según sus necesidades cambiar el horario de clases, inscribirse en una nueva (as) materia (as) y anular una materia (as).

- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera, autorizar el reingreso de un estudiante a la carrera, que no se haya matriculado en el período inmediato anterior (es).
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera, autorizar el reingreso a un estudiante a la carrera.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera, autorizar el ingreso de un estudiante a la carrera, sin q este haya estado registrado previamente.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera autorizar a un estudiante para que se inscriba en matrículas extraordinarias.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera autorizar a un estudiante (tesista) para que se inscriba en tesis.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera, aceptar a un estudiante de otra carrera de la EPN para que forme parte de la carrera a la que representa, para lo cual se ingresará las revalidaciones y equiparaciones de los pénsum de las diferentes materias.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera registrar a los estudiantes que hayan cometido algún tipo de falta, registrando la sanción, que les impedirá realizar su matrícula.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera aceptar a estudiantes que hayan aprobado previamente propedéutico para que sean aspirantes a la carrera.
- El sistema permitirá al Coordinador de Carrera y a Dirección Financiera registrar rubros adicionales que deben realizar los estudiantes en la matrícula. Estos valores dependerán de las necesidades de cada una de las carreras y de la Escuela en general.
- El sistema permitirá al Coordinador de la Carrera registrar rubros adicionales, con su respectivo detalle.
- El sistema permitirá a Dirección Financiera registrar rubros adicionales generales para toda la Escuela que debe pagar un estudiante.

- El sistema permitirá al Director de Escuela o su delegado, autorizar a los estudiantes que puedan realizar el pago de matrícula en partes.
- El sistema permitirá al Director de Escuela o su delegado, autorizar a los estudiantes para que realicen el pago de la matrícula con crédito de IECE.
- El sistema permitirá a Bienestar Estudiantil o su delegado, autorizar a los estudiantes para que realicen el pago de la matrícula a través de rol de pagos.
- El sistema permitirá registrar todo tipo de descuentos y becas que tiene un estudiante a través de las siguientes opciones:
- El sistema permitirá a la Unidad de Bienestar Estudiantil ingresar o actualizar los datos socioeconómicos previos a un análisis de ingresos familiares para cada estudiante. Este valor es usado para el cálculo de costos del valor de la matrícula de los estudiantes.
- El sistema permitirá a la Unidad de Bienestar Estudiantil ingresar el porcentaje de descuentos que se le puede conceder a un estudiante por diversos motivos como hermanos, cónyuges, e hijos de los empleados de la EPN. Para el caso de hijos de empleados de la EPN, se procederá a registrar la deuda por rol en caso de que se desee pagar por este medio.
- La EPN otorga descuentos especiales del 50% en el pago de aranceles de matrículas y créditos, cursos de inglés y demás programas o cursos académicos excepto los de postgrado, a los hijos de profesores titulares, personal administrativo y de servicios de la institución; y, del 10% en el pago de matrículas y créditos, cursos de inglés y demás programas o cursos académicos, excepto los de postgrado, a los estudiantes, hermanos o cónyuges de la EPN, miembros de un mismo núcleo familiar. Los descuentos no son acumulativos, y son aplicados para los valores de matrícula y créditos. El pago por otros conceptos deberá ser realizado por el estudiante en las fechas establecidas para pagos. (Separar EPN, Hijos y conyuges).
- El sistema permitirá a la Unidad de Bienestar Estudiantil ingresar el porcentaje de descuentos que se puede otorgar a los estudiantes, por los siguientes conceptos: merecimiento académico, deportivo y cultural o por situación económica (alimentación, exoneración de matriculas y créditos, e

ingles). Las becas son aplicadas para los valores de matrícula y créditos. El pago por otros conceptos deberá ser realizado por el estudiante en las fechas establecidas para pagos.

- El sistema mostrará reportes consolidados referentes al número de estudiantes matriculados e inscriptos en el periodo actual.
- El sistema mostrará un reporte consolidado referente al número de estudiantes matriculados por carrera y por toda la Escuela.
- El sistema mostrará un reporte consolidado referente al número de estudiantes matriculados e inscriptos por materias en una determinada carrera.

2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO (ESCENARIOS).

Lista de Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Coordinador Carrera	<ul style="list-style-type: none"> • Visualizar información personal y académica de un estudiante. • Actualizar información de Datos Académicos para un estudiante. • Actualizar el currículum académico de un estudiante para revalidaciones, equiparaciones de materias y aprobación de inglés. • Autorizar reinscripciones, reingresos, cambios de carrera, matrículas extemporáneas y extraordinarias. • Aceptar aspirantes. • Ingresar los rubros adicionales. • Ingresar los impedimentos. • Listar Reportes de Matriculación.
Estudiante	<ul style="list-style-type: none"> • Visualizar la información personal y académica, currículum académico, créditos por categoría, malla curricular, horarios, calificaciones y periodos matriculados, y. • Actualizar algunos campos personales como dirección, teléfono, estado civil, email. • Realizar el proceso de inscripción, reinscripción y anulación de la matrícula.
Bienestar Estudiantil	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar o actualizar datos socioeconómicos. • Registrar descuentos del estudiante. • Registrar becas del estudiante. • Registrar los pagos por rol
Unidad de Gestión de Información (UGI)	<ul style="list-style-type: none"> • Enviar el archivo de inscripción de estudiantes con el respectivo valor a pagar por matrícula al banco. • Realizar la legalización de las matrículas.
Director de Escuela	<ul style="list-style-type: none"> • Autorizar los pagos en partes. • Autorizar los pagos con crédito IECE.
Tesorería	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar y legalizar el pago de la matrícula de los estudiantes que realizan su pago por: cheque, tarjeta de crédito, o IECE. • Emitir comprobantes de pago de matrículas.

Tabla B.26: Lista de actores del modulo SAE-MATRICULACIÓN

Lista de Casos de Uso

NÚMERO	CASO DE ESTUDIO	FUNCIÓN
1	Solicitar información estudiantil	Solicitar Datos Personales, datos Académicos, currículum Académico, Créditos por Categoría, Malla Curricular, horarios, Calificaciones, Períodos Matriculados.
2	Generar inscripción	Permitir al estudiante inscribirse en las materias que desee tomar durante un período.
3	Reinscribir	Ayudar al estudiante durante el proceso de reinscripción de materias.
4	Anular matrícula	Realizar la anulación de la matrícula de un estudiante.
5	Enviar al banco	Generar un archivo plano, con el detalle del valor a ser cobrado a los estudiantes por concepto de su matrícula.
6	Pagar en tesorería	Almacenar el pago y la legalización de la matrícula de los estudiantes que hayan especificado en su inscripción o reinscripción las siguientes formas de pago: cheque, tarjeta de crédito o IECE.
7	Legalizar matrícula	Legalizar la matrícula de los estudiantes que hayan cancelado el valor de su matrícula en el Banco.
8	Autorizar reinscripción	Autorizar a un estudiante para la reinscripción de materias.
9	Autorizar reingresos	Autorizar a un estudiante para que reingrese a la Carrera.
10	Autorizar matrículas extraordinarias	Autorizar a un estudiante para que se inscriba en las materias que desee tomar.
11	Autorizar matrículas Extemporáneas	Autorizar a un estudiante para que se inscriba en matrículas extemporáneas.
12	Autorizar cambios de Carrera	Autorizar a un estudiante de otra Carrera de la EPN, para que forme parte de la Carrera.
13	Registrar impedimentos de matrículas	Registrar las sanciones a los estudiantes que tienen algún impedimento para matricularse.
14	Registrar aspirantes	Registrar a los estudiantes que hayan aprobado propedéutico para que sean aspirantes a la carrera.
15	Gestionar rubros adicionales	Registrar rubros adicionales que deben pagar los estudiantes en la matrícula.
16	Autorizar pagos por partes	Autorizar a los estudiantes para que realicen su pago de matrícula en partes.
17	Autorizar pagos con IECE	Autorizar a los estudiantes para que realicen su pago de matrícula con crédito IECE.
18	Autorizar pagos con Rol	Autorizar a los estudiantes para que realicen su pago a través de rol de pagos.
19	Registrar IPF	Registrar y Actualizar los valores de IPF (Ingreso Percapital Familiar).
20	Registrar descuentos	Registrar el porcentaje de descuento que tiene un estudiante por los siguientes conceptos: hermanos, cónyuge, e hijos de empleados de la EPN.
21	Registrar becas	Registrar el porcentaje de descuento que tiene por Beca un estudiante por merito académico, deportivo o por situación económica.

Tabla B.27: Lista de casos de uso del modulo SAE-MATRICULACION

Descripción de Casos de Uso

CASO DE USO	<i>Solicitar Información Estudiante</i>
FUNCIÓN	El sistema le permitirá al Estudiante, Coordinador de Carrera solicitar información estudiantil de un estudiante.
ACTORES	Estudiante, Coordinador
PRECONDICIÓN	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIONES:	La información estará disponible para nuevas consultas.
ESCENARIO NRO1.	Solicitar Datos Personales
FLUJO BÁSICO:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema presenta los datos personales del estudiante. 2. El estudiante puede actualizar los datos. El sistema permitirá al Coordinador de la Carrera. realizar modificaciones en algunos otros campos para un proceso de actualización de datos. 3. El sistema presentará la información del estudiante a la Unidad de Bienestar Estudiantil la misma que no podrá realizar ninguna actualización. 4. El sistema verificará que los campos modificables no queden vacíos y que el ingreso de caracteres sean válidos. 5. El sistema guardará la información.
ESCENARIO NRO2.	Solicitar Datos Académicos
FLUJO BÁSICO:	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema presenta los datos académicos del estudiante que consiste en: Carrera, Pénsum, Periodo de ingreso, Ultimo Periodo Matriculado, Datos Matricula, Pagos Matricula. 2. El coordinador puede actualizar el Periodo de Ingreso del estudiante. 3. El sistema verificará que los campos modificables no queden vacíos y que el ingreso de caracteres sean válidos. 4. El sistema guardará la información.
ESCENARIO NRO3.	Solicitar Currículum Académico
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Sistema presenta el currículum académico del estudiante. 2. El Coordinador de Carrera puede actualizar el currículum académico del estudiante para revalidaciones, equiparaciones de materias y aprobación de inglés. 3. El sistema verificará que los campos modificables no queden vacíos y que cumplan con el estatuto académico. 4. El sistema guardará la información.
ESCENARIO NRO3.	Solicitar Créditos por Categoría
FLUJO BÁSICO	1. El sistema presentará una lista que contiene: información general como carrera, pénsum, fecha de ingreso, última matrícula y además una tabla con la categoría, ETC.
ESCENARIO NRO4.	Solicitar Malla Curricular
FLUJO BÁSICO	1. El sistema presenta la malla curricular considerando el pénsum, en la cual se resaltará las materias aprobadas de las no aprobadas
ESCENARIO NRO5.	Solicitar Horarios
FLUJO BÁSICO	1. El sistema presenta los horarios de las materias del periodo actual matriculado.
ESCENARIO NRO6.	Solicitar Calificaciones
FLUJO BÁSICO	1. El sistema presenta al estudiante la información de las calificaciones parciales y totales de cada una de las materias del periodo actual.
ESCENARIO NRO7.	Solicitar Periodos Matriculado
FLUJO BÁSICO	1. El sistema presenta una lista de los periodos matriculados por el estudiante en la carrera.

Tabla B.28: Solicitar Información Estudiante en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Generar Inscripción</i>
FUNCIÓN:	Permitir al estudiante inscribirse en las materias que desee tomar durante un período.
ACTOR:	Estudiante, Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe estar registrada la información del estudiante. 2. Debe haber estado matriculado el período inmediato anterior o debe

CASO DE USO	Generar Inscripción
	<p>haber realizado la autorización de reingreso correspondiente previamente con el coordinador de carrera.</p> <ol style="list-style-type: none"> No poseer ningún tipo de impedimentos. En caso de tener 120 créditos o más, debe tener registrada la aprobación de inglés, caso contrario no podrá registrarse en más de 15 créditos. No haber perdido 3 veces la misma materia. Tener la información de horarios, cupos, aulas y profesores.
POSTCONDICIÓN:	La información no podrá ser modificada, una vez guardada.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> El sistema le presenta al estudiante la siguiente información: fecha y hora del sistema, tipo de matrícula, carrera, pènsun y la lista de materias que podrá tomar el estudiante, de acuerdo a las materias aprobados y el pènsun. El estudiante, el coordinador de carrera o su delegado debe seleccionar la materia que se desea tomar. El sistema despliega el detalle de información de la materia, mostrándole: código, grupos, paralelos, número de créditos, cupos disponibles, aulas y horarios de clases. El estudiante, el coordinador de carrera o su delegado debe seleccionar el paralelo que tenga el horario preferido de la materia que se desea tomar. El sistema añade la materia seleccionada a la lista de materias inscritas, En caso de querer tomar más materias regresar a 2. El sistema validará, cruce de horarios entre las materias inscritas, el número mínimo y máximo de créditos a tomar (tomando en cuenta 2 y 3 matrícula), que no se tome la misma materia 2 veces y el cumplimiento del reglamento. El estudiante finaliza el proceso de inscripción, el sistema despliega un mensaje advirtiéndole al estudiante que los datos no podrán ser modificados hasta el período de reinscripciones en caso de matrícula ordinaria, no siendo así en caso de matrículas extraordinarias o extemporáneas. El sistema le presenta al estudiante, coordinador de carrera o su delegado el detalle de las materias inscritas y el detalle del valor de la matrícula. Además se muestra el número de pagos que puede realizar el estudiante y las respectivas cuotas. En caso de matrículas extraordinarias o extemporáneas, el recargo se verá reflejado en el valor de la matrícula y créditos. El estudiante selecciona la forma de pago por banco, tarjeta de crédito o cheque, si el estudiante esta autorizado previamente para pago por crédito IECE se mostrara esta información en la forma de pago y cerrará la inscripción. El sistema mostrara automáticamente la información del lugar y fechas para efectuar los pagos
FLUJO ALTERNATIVO	<ol style="list-style-type: none"> Si el estudiante no cumple con alguno de los prerrequisitos antes descritos, el sistema presentará un mensaje de impedimento de matrícula, pidiéndole que se acerque a la escuela. Si hay conflicto en cruce de horario o crédito, el sistema dará un mensaje de advertencia y continuará en 2.

Tabla B.29: Generar Inscripción en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	Reinscribir
FUNCIÓN	Realizar el proceso de reinscripción (cambios de grupo, anulación e inscripción de nuevas materias).
ACTOR	Coordinador o su delegado
PRECONDICIONES	<ol style="list-style-type: none"> Debe estar matriculado en el período actual. En caso de tener 120 créditos o más, debe tener registrada la aprobación de inglés, caso contrario no podrá registrarse en más de 15 créditos. Se debe tener la autorización correspondiente para este proceso. Se debe estar dentro del período programado para el proceso de reinscripción del calendario académico. Tener la información de horarios, cupos, aulas y profesores.
POSTCONDICIÓN:	La información no podrá ser modificada, una vez guardada.

CASO DE USO	<i>Reinscribir</i>
FLUJO BÁSICO	El camino básico para el proceso de reinscripción es similar al camino básico del caso de uso 2.
FLUJO ALTERNATIVO	El camino alternativo para el proceso de reinscripción es similar al camino alternativo del caso de uso 2.

Tabla B.30: Reinscribir en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Anular Matrícula</i>
FUNCIÓN	Realizar la anulación de la matrícula de un estudiante.
ACTOR	Estudiante
PRECONDICIONES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe estar matriculado el estudiante en el período actual. 2. Se debe estar dentro del período programado para la anulación de la matrícula (calendario académico).
POSTCONDICIÓN:	<ol style="list-style-type: none"> 1. La información no podrá ser modificada, una vez guardada. 2. La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta al estudiante el detalle de la matrícula (carrera, fecha y hora del sistema, pñsum, número de materias, código, nombre, paralelo, número de matrícula, créditos, horario de clases) 2. El estudiante deberá ingresar el motivo de la anulación de su matrícula y presionar la opción guardar. 3. El sistema despliega un mensaje de advertencia de la anulación de la matrícula. 4. El estudiante aceptará la anulación. 5. El sistema anula la matrícula del estudiante, almacenando el valor total de su matrícula como un saldo a favor del mismo para futuras matrículas.

Tabla B.31: Anular matrícula en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Enviar al banco</i>
FUNCIÓN	Genera un archivo plano, con el detalle del valor a ser cobrado a los estudiantes por concepto de matrícula.
ACTORES	UGI
PRECONDICIONES	<p>Tener el registro de los estudiantes inscritos.</p> <p>Que haya finalizado el período de inscripciones o reinscripciones.</p>
POSTCONDICIÓN	Una vez generado el archivo plano, no podrá ser creado nuevamente hasta que se termine el proceso de reinscripciones.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta a la UGI la siguiente información: período, fecha y total de estudiantes inscritos. 2. La UGI o su delegado escoge la opción generar archivo. 3. El sistema genera el archivo plano, que será necesario para enviar al banco.

Tabla B.32: Enviar al Banco en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Pagar en Tesorería</i>
FUNCIÓN	Realizar el pago y la legalización de la matrícula de los estudiantes que desean pagar su inscripción o reinscripción las siguientes formas de pago: cheque, crédito IECE o tarjeta de crédito.
ACTOR	Tesorería
PRECONDICIONES	Tener la lista de estudiantes inscritos que hayan especificado su forma de pago como cheque, tarjeta de crédito o crédito IECE.
POSTCONDICIÓN	<p>El sistema legaliza la matrícula del estudiante.</p> <p>La información estará disponible para futuras consultas.</p>
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema presenta una pantalla de búsqueda de estudiantes que realizaron el proceso inscripción o reinscripción para el período actual. 2. La tesorería o su delegado ingresa el apellido o parte del mismo, del estudiante a buscar, o el código único del estudiante.

CASO DE USO	<i>Pagar en Tesorería</i>
	<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema despliega los registros que cumplen con el criterio antes ingresado. 4. La tesorería o su delegado selecciona al estudiante buscado. 5. El sistema despliega una pantalla con la siguiente información: período, fecha y hora del sistema, carrera, el nombre del estudiante, y el detalle del valor de su matrícula. 6. La tesorería o su delegado emite la factura correspondiente al pago de la matrícula y automáticamente se legaliza la matrícula del estudiante.

Tabla B.33: Pagar en Tesorería en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Legalizar matrícula</i>
FUNCIÓN	Legalizar la matrícula de los estudiantes que hayan cancelado el valor de su matrícula en el Banco.
ACTOR	UGI
PRECONDICIONES	Tener el archivo plano que el banco obtiene luego del proceso de recaudación.
POSTCONDICIÓN	El sistema legaliza la matrícula de los estudiantes. La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema una pantalla con la siguiente Información: período, fecha y hora del sistema. 2. El delegado de la UGI debe seleccionar la opción Legalizar matrícula. 3. El sistema legaliza la matrícula de los estudiantes que constan en el archivo plano generado por el banco.

Tabla B.34: Legalizar matrícula en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar Reinscripciones</i>
FUNCIÓN	Autorizar a un estudiante para la reinscripción de materias.
ACTORES	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante. Debe estar registrada la información de matriculación del estudiante.
POSTCONDICIÓN	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta un listado de los estudiantes que están registrados en el periodo actual. 2. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, código único, etc. 3. El coordinador o su delegado selecciona al estudiante y se agrega a un listado de estudiantes que han sido autorizadas para el proceso de reinscripciones en el periodo actual. 4. El sistema guardara los datos.

Tabla B.35: Autorizar Reinscripciones en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar Reingresos</i>
FUNCIÓN	Autorizar a un estudiante para que reingrese a la Carrera.
ACTOR	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante. Debe estar registrada la información de los periodos matriculados del estudiante.
POSTCONDICIÓN:	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta un listado de los estudiantes que no están registrados en el periodo inmediato anterior. 2. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, código único, etc. 3. El coordinador o su delegado selecciona al estudiante y se agrega a un listado de estudiantes que han sido autorizadas para el proceso de reingreso en el periodo actual. 4. El sistema guardara los datos.

Tabla B.36: Autorizar Reingresos en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar matrículas extraordinarias</i>
FUNCIÓN	Autorizar a un estudiante para que se matricule en las materias que desee.
ACTOR	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIÓN:	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta un listado de los estudiantes que no están registrados como matriculados en el periodo actual. 2. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, código único, etc. 3. El coordinador o su delegado selecciona al estudiante y se agrega a un listado de estudiantes que han sido autorizadas para el proceso de matrículas extraordinarias en el periodo actual. 4. El sistema guardara los datos.

Tabla B.37: Autorizar Matrículas Extraordinarias en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar matrículas extemporáneas</i>
FUNCIÓN	Autorizar a un estudiante para que se pueda inscribir en la materia de proyecto de titulación.
ACTORES	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante. El estudiante debe ser egresado de una carrera.
POSTCONDICIÓN	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta un listado de los egresados que no están registrados en el periodo actual. 2. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, etc. 3. El coordinador o su delegado selecciona al estudiante y se agrega a un listado de estudiantes que han sido autorizadas para el proceso de matrículas extraordinarias en el periodo actual. 4. El sistema guardara los datos.

Tabla B.38: Autorizar matrículas Extemporáneas en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar Cambios de Carrera</i>
FUNCIÓN	Autorizar a un estudiante otra Carrera de la EPN, sea aceptado en la Carrera. Autorizar a un estudiante de otra Universidad para que ingrese a una Carrera.
ACTORES	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIÓN	La información estará disponible para consultas futuras.

CASO DE USO	<i>Autorizar Cambios de Carrera</i>
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta un listado de los estudiantes que están registrados en la carrera actual. 2. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, etc. 3. El sistema presenta los datos del estudiante seleccionado. 4. El Coordinador puede aceptar o no la autorización e ingresa la respectiva justificación. 5. El sistema mostrará el currículum académico del estudiante para que el Coordinador lo actualice considerando revalidaciones y equiparaciones de materias. 6. El sistema guardará los datos.

Tabla B.39: Autorizar cambios de Carrera en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Registrar Impedimentos de Matricula</i>
FUNCIÓN	Registrar a los estudiantes que tienen algún impedimento para matricularse.
ACTORES	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIÓN:	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta un listado de los estudiantes que están registrados en la Carrera. 2. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, etc. 3. El sistema presenta los datos del estudiante seleccionado. 4. El Coordinador selecciona el tipo de impedimento que tiene el estudiante e ingresa la respectiva justificación y los periodos de impedimento. 5. El sistema guardará los datos.

Tabla B.40: Registrar Impedimentos de Matricula en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Registrar Aspirantes</i>
FUNCIÓN	Registrar a los estudiantes que hayan aprobado propedéutico para que sean aspirantes a la carrera.
ACTOR	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIÓN	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta al Coordinador el formato de aceptación de aspirantes a la carrera que consiste de un listado que contiene los siguientes campos número, código, nombre, promedio, IRA. Si es un periodo nuevo esta lista se encontrará vacía. 2. El Coordinador selecciona buscar y el sistema mostrara un cuadro de texto donde se ingresará el nombre del estudiante. El sistema validará que este valor no esté vacío y que ingrese solo letras. 3. El sistema presentará un listado de los estudiantes cuyos nombres concuerden con la información ingresada por el Coordinador. 4. El Coordinador selecciona al estudiante y los datos son cargados en el formato de aceptación de aspirantes. El sistema le permitirá eliminar algún estudiante de la lista. 5. El sistema guardará los datos.

Tabla B.41: Registrar Aspirantes en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Gestionar Rubros Adicionales</i>
FUNCIÓN	Registrar rubros adicionales que debe realizar el estudiante en la matrícula, considerando las necesidades de la Carrera.
ACTORES	Coordinador de Carrera
PRECONDICIONES	
POSTCONDICIÓN	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema le presenta al Coordinador el formato de registro de rubros adicionales que consiste de los siguientes campos: periodo,

CASO DE USO	<i>Gestionar Rubros Adicionales</i>
	<p>fecha, y un listado que contiene: descripción del rubro, valor y porcentaje. Si es un periodo nuevo esta lista se encontrará vacía.</p> <ol style="list-style-type: none"> Si el Coordinador desea registrar un rubro selecciona una fila en la tabla e ingresará la descripción del rubro, valor y porcentaje. El sistema validará que los campos no estén vacíos. El sistema le permitirá actualizar o retirar la información de un rubro al Coordinador. El sistema guardará los datos.

Tabla B.42: Gestionar Rubros Adicionales en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar Pagos en Partes</i>
FUNCIÓN	Autorizar a los estudiantes para que realicen su pago de matrícula en partes.
ACTORES	Director de Escuela o su delegado.
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIÓN:	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> El sistema le presenta un listado de los estudiantes que están registrados en la carrera. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, etc. El Director de Escuela o su delegado selecciona al estudiante e ingresa los números de pagos del valor de matrícula. El sistema agrega a un listado de estudiantes que han sido autorizados para el pago en partes en el periodo actual. El sistema guardará los datos.

Tabla B.43: Autorizar Pagos en Partes en SAE-MATRICULACION

CASO DE USO	<i>Autorizar Pagos con IECE</i>
FUNCIÓN	Autorizar a los estudiantes para que realicen su pago de matrícula con crédito IECE.
ACTOR	Director de Escuela o su delegado.
PRECONDICIONES	Debe estar registrada la información del estudiante.
POSTCONDICIÓN	La información estará disponible para consultas futuras.
FLUJO BÁSICO	<ol style="list-style-type: none"> El sistema le presenta un listado de los estudiantes que están registrados en la carrera. Esta lista puede reducirse con filtros como: nombre, apellido, etc. El coordinador o su delegado selecciona al estudiante y se agrega a un listado de estudiantes que han sido autorizados para el proceso de pagos con crédito IECE en el periodo actual. El sistema guardará los datos.

Tabla B.44: Autorizar Pagos con IECE en SAE-MATRICULACION

MODULO: SAE-PLANIFICACIÓN³⁵

1. REQUISITOS FUNCIONALES

- El sistema permitirá registrar las materias que formarán parte del catálogo, para lo cual se especifican los datos de materia los mismos que son: código, nombre materia, categoría, nivel, tipo, créditos, horas, forma

³⁵ Fuente: Proyecto SAEIntegrado, Módulo de Planificación, Enero 2007

aprobación (normal, única y aprobada) y objetivo. Además permite actualizar y eliminar datos del catálogo si fuere el caso.

- El sistema permitirá registrar los temas que conforman cada materia, cabe mencionar que según el perfil esto lo realiza el usuario desarrollo curricular.
- Permite mantener los prerrequisitos de cada materia se debe especificar código del prerrequisito y el tipo(pre-requisito o co-requisito), y código del prerrequisito alterno.
- El sistema permitirá registrar el número de pénsum o malla curricular que es la conformación o concatenación de materias que conforman la carrera, para lo cual se ingresara el número pénsum, cuando inicia, cuando culmina, total de créditos y descripción.
- El sistema permitirá agregar las materias que conforman un pénsum o malla para lo cual se seleccionaran las materias del catalogo.
- El sistema permitirá establecer el número de créditos para cada categoría, lo cual está establecido en los reglamentos de estudio. Además permite actualizar y eliminar datos de este si fuere el caso.
- El sistema presentará materias del pénsum clasificadas por categoría.
- El sistema permitirá registrar y visualizar las materias con sus respectivas equivalencias, esto es necesario en el caso de las transiciones o cambios de pénsum. Además permite actualizar y eliminar datos de equivalencias si fuere el caso.
- El sistema permitirá registrar el catálogo general de profesores que consta de los siguiente: nombre, cédula, título académico, estado civil, sexo, fecha de nacimiento, dirección, teléfono, e-mail, país, provincia, ciudad, dedicación, categoría, estado, departamento, fecha de estado y tipo de relación (En este campo se especifica si el profesor tiene nombramiento, Convenio, Contrato o Conducción Académica). Cabe señalar que el ingreso de los datos sólo podrá hacerlo el usuario que tenga suficientes privilegios (centralizado), únicamente el campo tipo relación estará activado siempre.
- Además permite actualizar datos de profesor si fuere el caso, no permitirá eliminar información de los profesores de la EPN debido a que son datos históricos que se deben conservar.

- El sistema permitirá asignar un profesor del catálogo general de profesores a una determinada carrera.
- El sistema realizará la presentación de la carga académica del profesor.
- El sistema desplegará información de las materias dictadas por el profesor, mismas que se encontrarán organizadas por periodos.
- El sistema presentará información de todas las carreras en las que el profesor se encuentra dictando alguna materia con sus respectivas horas. Cabe resaltar que esta presentación estará disponible sólo para el usuario con privilegios.
- El sistema permitirá registrar la planificación Micro curricular de cada profesor, esto lo realizará por materia y por paralelo.
- El sistema permitirá registrar diariamente la fecha, materia y el tema dictado por cada profesor.
- El sistema permitirá estructurar los paralelos para las materias y asignarles el o los profesores, el aula y el cupo. En el caso de ser la materia compartida se registrarán las horas respectivas para cada profesor, además el sistema permitirá asignar el horario y especificar la fecha de inicio y fin del periodo. Cabe señalar que el sistema controlará los cruces de horarios.
- El sistema le permitirá al usuario (coordinador) tomar como referencia el horario de cada materia del periodo anterior, facilitándole la asignación de paralelos, aulas, cupos y profesores.
- El sistema permitirá registrar los datos correspondientes a las carreras de la EPN, en lo referente a facultad, carrera, Departamento que auspicia, duración en periodos, fecha inicio, fecha fin, modular, requiere proyecto de titulación y título que confiere. Además permite actualizar y eliminar datos de las Carreras si fuere el caso.
- El sistema permite realizar un análisis de las horas dictadas respecto a las programadas en un determinado periodo.

2. DESCRIPCIÓN CASOS DE USO (ESCENARIOS).

Lista De Actores

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Coordinador de Carrera	<ul style="list-style-type: none"> • Puede consultar la malla curricular de la carrera. • Conformar los paralelos y establece cupos y aulas • Establece los horarios • Asigna profesores a las materias • Puede consultar información del profesor. • Consulta la Planificación Micro curricular.
Profesor	<ul style="list-style-type: none"> • Puede consultar y actualizar sus datos personales. • Realiza la planificación micro curricular, • Obtiene información de la carga académica, currículo y carrera en las q se encuentra registrado.
Desarrollo Curricular	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza el registro de las materias en el Catálogo General. • Estructura la malla curricular que ha sido aprobada. • Registra a los profesores de la EPN • Realiza el registro de las carreras que se aprueben.
Docente	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza el registro de los temas dictados por los profesores en el día. • Realiza un control de las horas que el profesor dicta clases según las horas programadas.

Tabla B.45: Lista de actores del módulo en SAE-PLANIFICACION

Lista De Casos De Uso

NUMERO	CASO DE USO	FUNCIÓN
1	Administrar Materias	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información perteneciente al catalogo general de materias.
2	Administrar Pénsum	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información perteneciente a pénsum
3	Programar Horarios y Paralelos	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información de horarios y paralelos.
4	Información Horarios	Permite consultar información de Horarios y Paralelos
5	Registrar Profesor	Permite ingresar, consultar y actualizar información perteneciente al catálogo de profesores.
6	Administrar Profesor	Permite consultar y actualizar cierta información perteneciente al profesor.
7	Registro Docente	Permite ingresar y consultar información perteneciente a la materia dictada en el día por un el profesor.
8	Planificación Micro curricular	Permite ingresar, consultar y actualizar la planificación micro curricular
9	Administrar Carreras	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información de Carreras
10	Analizar Cumplimiento	Permite consultar información perteneciente a la materia dictada por el profesor.

Tabla B.46: Lista de casos de uso del módulo SAE-PLANIFICACION

Descripción De Casos De Uso

CASO DE USO	<i>Administrar Materias</i>
FUNCIÓN	Permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información perteneciente al catalogo general de materias.
ACTORES	Desarrollo Curricular
PRECONDICIÓN	El catálogo puede estar con información o vacío, además debe estar configurada la tabla categoría.
ESCENARIO NRO 1	Nueva Materia
FLUJO NORMAL	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita ingresar una nueva materia al catálogo. 2. El sistema despliega la carrera. 3. El actor ingresa el código de una nueva materia. 4. El sistema lee el catálogo con el código 5. If el sistema encuentra que el código ya existe 6. El sistema presenta un mensaje con los datos y puede actualizar. 7. Else presenta campos en blanco. 8. El actor debe ingresar los datos, a excepción de nivel que puede o no estar ingresado, además el campo Forma de aprobación estará por defecto en normal (N) y el campo Compartida estará en no (N). 9. EL sistema guarda los datos.
ESCENARIO NRO 2	Actualizar materia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor realiza la búsqueda de la materia. 2. El actor selecciona una materia y solicita actualizar 3. El sistema presenta los datos de la materia. 4. El actor puede modificar los datos, pero se debe verificar que todos los campos estén llenos a excepción de nivel. 5. El sistema guarda la información respectiva de materia.
ESCENARIO NRO 3	Eliminar materia.
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. EL actor selecciona una materia y solicita eliminar. 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra dicha materia.
ESCENARIO NRO 4	Buscar materia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita buscar una materia. 2. El sistema presenta una pantalla para seleccionar criterios de búsqueda de Materia. 3. El sistema presenta la información respectiva.
ESCENARIO NRO 5	Tema
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor realiza la búsqueda de la materia a ingresar el tema. 2. El actor solicita ingresar un tema. 3. El sistema presenta campos (nro de tema, tema y horas). 4. El actor ingresa o modifica el nro de tema, tema y horas. 5. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 6	Actualizar Tema
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor realiza la búsqueda de la materia actualizar el tema. 2. El sistema presenta los temas de la materia. 3. El actor selecciona el tema y puede modificar los datos. 4. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 7	Eliminar Tema
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. EL actor selecciona un tema y solicita eliminar. 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra dicho tema.
ESCENARIO NRO 8	prerrequisito
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona el pénsum. 2. El sistema presenta el listado de materias que conforman el pénsum. 3. El actor selecciona la materia. 4. El actor selecciona nuevo prerrequisito 5. El actor puede ingresar prerrequisito o co_requisito del listado de materia que conforman el pénsum. 6. El actor también puede agregar prerrequisito alterno, es decir se controlará si una materia u otra es prerrequisito para tomar una

CASO DE USO	Administrar Materias
	materia del siguiente nivel. 7. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 9	Actualizar prerequisite
FLUJO BASICO	1. El actor selecciona el pénsum. 2. El sistema presenta el listado de materias que conforman el pénsum. 3. El actor selecciona la materia. 4. El sistema presenta los prerequisites existentes. 5. El actor puede modificar prerequisite, prerequisite alternativo o co-requisito del listado de materia que conforman el pénsum.
ESCENARIO NRO 10	Eliminar prerequisite
FLUJO BASICO	1. EL actor selecciona un prerequisite y solicita eliminar. 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra dicho prerequisite.

Tabla B.47: Administrar materias en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	Administrar Pénsum
FUNCION	Este caso permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información perteneciente a pénsum
ACTORES	Coordinador de Carrera, Desarrollo Curricular
PRECONDICION	Para agregar una materia a un determinado pénsum, se necesita que la materia este previamente creada.
ESCENARIO NRO 1	Nuevo Pénsum
FLUJO BASICO	1. El actor solicita ingresar un nuevo pénsum 2. El sistema despliega la carrera, y el campo pénsum vacío. 3. If ingresa un pénsum que ya existe. 4. El sistema emite un mensaje indicando que puede realizar la búsqueda. 5. Else el sistema permite que se ingrese los demás campos. 6. 4.1 El actor ingresa los datos (inicio, culmina, total de créditos, descripción), se exigirá que los campos inicio y total de créditos sean ingresados. 7. El sistema guarda los datos.
ESCENARIO NRO 2	Actualizar Pénsum
FLUJO BASICO	1. El actor selecciona un número de pénsum y solicita actualizar. 2. El sistema presenta los datos de pénsum. 3. El actor puede modificar los datos, pero se debe verificar que los campos inicio y total de créditos est�n llenos. 4. El sistema guarda la información respectiva.
ESCENARIO NRO 3	Eliminar Pénsum
FLUJO BASICO	1. EL actor selecciona un pénsum y solicita eliminar. 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra pénsum seleccionado.
ESCENARIO NRO 4	Buscar Pénsum
FLUJO BASICO	1. El actor solicita buscar un pénsum. 2. El sistema presenta una pantalla para seleccionar criterios de búsqueda de pénsum. 3. El sistema presenta la información respectiva.
ESCENARIO NRO 5	Nueva Materia-Pénsum
FLUJO BASICO	1. El actor solicita ingresar una materia a un determinado pénsum. 2. El sistema presenta una lista con el catálogo de materias de la carrera o de todas las carreras. 3. El actor selecciona la materia que desee agregar al pénsum. 4. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 6	Buscar Materia-Pénsum
FLUJO BASICO	1. El actor solicita buscar una materia dentro de un determinado pénsum 2. El sistema le presenta una pantalla en la que pueda escoger de acuerdo a criterios de búsqueda la materia de la cual desee tener información 3. El sistema presenta la información respectiva.
ESCENARIO NRO 7	Eliminar Materia-Pénsum

CASO DE USO	<i>Administrar Pénsum</i>
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona una materia y solicita eliminar. 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra la materia seleccionada del actual pénsum.
ESCENARIO NRO 8	Materias por Categoría
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona el pénsum y una categoría 2. El sistema presenta los datos solicitados 3. El actor puede imprimir si lo requiere.
ESCENARIO NRO 9	Nuevo Créditos por Categoría
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita ingresar una nueva categoría y el número de créditos correspondientes 2. El sistema le presenta una pantalla donde seleccionar los datos. 3. El sistema guarda los datos
ESCENARIO NRO 10	Eliminar Créditos por Categoría
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona la categoría con sus créditos y solicita eliminar 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra los datos de la categoría
ESCENARIO NRO 11	Nueva Equivalencia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona una materia-pénsum y solicita ingresar una nueva materia equivalente 2. El sistema le presenta una pantalla en donde puede seleccionar la materia equivalente de acuerdo a criterios de búsqueda. 3. El actor selecciona guardar para que se agregue dicha materia a la lista de equivalencias.
ESCENARIO NRO 12	Buscar Equivalencia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita busca materia equivalente 2. El sistema le presenta una pantalla en la que pueda escoger de acuerdo a criterios de búsqueda la materia equivalente de la cual desee tener información 3. El sistema muestra la información respectiva.
ESCENARIO NRO 13	Eliminar Equivalencia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona la materia equivalente y solicita eliminar 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra los datos de la categoría

Tabla B.48: Administrar Pénsum en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	<i>Programar Horarios y Paralelos</i>
FUNCIÓN	Este caso de uso permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información de horarios y paralelos.
ACTORES	Coordinador de Carrera
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona la opción Programar Horarios y Paralelos x Materia 2. El sistema permite realizar la búsqueda de la materia en el catalogo. 3. El actor ingresa los datos de paralelo, cupos, aula y profesor que son obligatorios, el sistema presenta las horas que deben ser programadas para esa materia. 4. El actor ingresa el horario respectivo que cumpla las horas de dicha materia. 5. El sistema emite un mensaje indicando que las horas no coinciden

Tabla B.49: Programar Horarios y Paralelos en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	<i>Información Horarios</i>
FUNCIÓN	Este caso de uso permite consultar información de Horarios y Paralelos
ACTORES	Coordinador de Carrera
ESCENARIO NRO 1	Consultar Horario General por Materia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita visualizar un horario general 2. El sistema le presenta el horario General en el que consta datos de

CASO DE USO	Información Horarios
	materia, profesor con el horario respectivo.
ESCENARIO NRO 2	Consultar Horario por Materia
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita buscar un horario por materia existente 2. El sistema le presenta una pantalla en la que pueda escoger de acuerdo a criterios de búsqueda la materia de la cual desee tener información 3. El sistema presenta el horario de la materia seleccionada.
ESCENARIO NRO 3	Consultar Horario por Nivel
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita buscar un horario por nivel existente 2. El sistema le presenta una pantalla en la que pueda escoger el nivel y paralelo 3. El actor presiona aceptar 4. El sistema regresa al paso anterior. 5. El sistema presenta una interfaz con el horario del nivel y paralelo seleccionado.
ESCENARIO NRO 4	Consultar Horario por Aula
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita buscar horario por aula existente 2. El sistema le presenta una pantalla en la que pueda escoger el aula 3. El actor presiona en aceptar. 4. El sistema regresa al paso anterior 5. El sistema presenta una interfaz con el horario del aula seleccionada.

Tabla B.50: Información Horarios en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	Registrar Profesor
FUNCIÓN	Permite ingresar, consultar y actualizar información perteneciente al catálogo de profesores.
ACTORES	Desarrollo curricular, Recursos Humanos
PRECONDICION	El catálogo puede estar con información o vacío
ESCENARIO NRO 1	Personal
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita ingresar nuevo profesor. 2. El sistema presenta la pantalla para ingresar los datos del profesor siendo obligatorios los campos código y nombre. 3. EL sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 2	Actualizar Profesor
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona un profesor y solicita actualizar. 2. El sistema presenta los datos del profesor 3. El actor puede modificar los datos a excepción del código y cedula 4. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 3	Buscar Profesor
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita buscar profesor. 2. El sistema muestra la pantalla de búsqueda para seleccionar criterios de búsqueda de Profesor. 3. El sistema presenta la información respectiva.

Tabla B.51: Registrar Profesor en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	Administrar Profesor
FUNCIÓN	Permite consultar y actualizar cierta información perteneciente al profesor.
ACTORES	Coordinador
PRECONDICION	El catálogo de profesores debe estar con información.
ESCENARIO NRO 1	Profesores por Carrera
FLUJO BASICO	<p>El actor solicita ingresar un profesor a una carrera.</p> <p>El sistema permite seleccionar el nombre del profesor, carrera y tipo relación e ingresar fecha de ingreso y retiro.</p> <p>El actor selecciona guardar.</p>
ESCENARIO NRO 2	Actualizar Profesor por Carrera
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita actualizar profesores por carrera. 2. El sistema presenta la lista de profesores de la carrera.

CASO DE USO	<i>Administrar Profesor</i>
	3. El actor puede modificar los datos. 4. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 3	Buscar Profesor por Carrera
FLUJO BASICO	1. El actor solicita buscar profesor. 2. El sistema muestra la pantalla de búsqueda para seleccionar criterios de búsqueda de Profesor ya sea por nombre o por carrera. 3. El sistema presenta la información respectiva.
ESCENARIO NRO 4	Eliminar Profesor por Carrera
FLUJO BASICO	1. El actor selecciona el profesor y solicita eliminar 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. If el profesor pertenece a una carrera. 5. El sistema no permite eliminar al profesor. 6. Else el sistema si permite eliminar
ESCENARIO NRO 5	Carga académica
FLUJO BASICO	1. El actor solicita carga académica. 2. El sistema presenta la carga académica del profesor, es decir se puede visualizar las materias que dicta, paralelo, aula, horas y su respectivo horario.
ESCENARIO NRO 6	Currículum
FLUJO BASICO	1. El actor selecciona currículum 2. El sistema presenta un histórico del profesor, es decir las materias dictadas por ese profesor en cada período.
ESCENARIO NRO 7	Carreras
FLUJO BASICO	1. El actor selecciona Carreras 2. El sistema presenta las carreras y horas en las que el profesor dicta clases.

Tabla B.52: Administrar Profesor en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	<i>Planificación Micro Curricular</i>
FUNCIÓN	Permite ingresar, consultar y actualizar la planificación micro curricular
ACTORES	Profesor
PRECONDICION	Estar creada la materia, paralelo y tener creada temas.
ESCENARIO NRO 1	Nuevo Planificación Micro Curricular
FLUJO BASICO	1. Seleccionada la materia y el paralelo permite crear nueva planificación. 2. El actor selecciona nuevo Planificación micro curricular. 3. El sistema presenta el listado de temas para seleccionar. 4. Selecciona el tema y permite crear la planificación siendo obligatorio ingresar el número de tema. 5. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 2	Actualiza Planificación Micro Curricular
FLUJO BASICO	1. Seleccionada la materia y el paralelo. 2. Presenta la planificación micro curricular. 3. El actor selecciona el tema actualizar. 4. El sistema presenta los campos con la información para modificar. 5. Selecciona aceptar. 6. El sistema guarda la información.
ESCENARIO NRO 3	Eliminar Planificación Micro Curricular
FLUJO BASICO	1. Seleccionada la materia y el paralelo. 2. Presenta la planificación micro curricular. 3. El actor selecciona el tema a eliminar. 4. El sistema emite un mensaje de confirmación. 5. El actor acepta la confirmación. 6. El sistema borra el tema seleccionado

Tabla B.53: Planificación Micro Curricular en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	<i>Administrar Carreras</i>
FUNCIÓN	Este caso de uso permite ingresar, consultar, borrar y actualizar información de Carreras
ACTORES	Coordinador de Carrera, Desarrollo Curricular
ESCENARIO NRO 1	Nueva Carrera
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita ingresar nueva carrera 2. El sistema presenta una pantalla para que el actor ingrese los datos de carrera, siendo obligatorio ingresar el código. 3. El sistema compara el código con el listado de materias. 4. El sistema guarda los datos
ESCENARIO NRO 2	Actualizar Carrera
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona una Carrera y solicita actualizar. 2. El sistema presenta los datos de la carrera 3. El actor puede modificar los datos. 4. El sistema guarda la información respectiva de carrera
ESCENARIO NRO 3	Eliminar Carrera
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. EL actor selecciona una carrera y solicita eliminar. 2. El sistema emite un mensaje de confirmación. 3. El actor acepta la confirmación. 4. El sistema borra dicha carrera.
ESCENARIO NRO 4	Buscar Carrera
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita buscar una carrera 2. El sistema presenta una pantalla para seleccionar criterios de búsqueda de Carrera. 3. El sistema presenta la información respectiva.

Tabla B.54: Administrar Carreras en SAE-PLANIFICACION

CASO DE USO	<i>Analizar Cumplimiento</i>
FUNCIÓN	Este caso de uso permite consultar información perteneciente a las horas de clase dictada por el profesor respecto a las horas programadas.
ACTORES	Coordinador de la Carrera, Docente
FLUJO BASICO	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona cumplimiento 2. El sistema permite ingresar el año y mes. 3. El sistema despliega los datos como código, profesor, materia, paralelo, las horas a dictar y realiza un registro de las horas que falta de dictar respecto a las programadas.

Tabla B.55: Analizar Cumplimiento en SAE-PLANIFICACION

ANEXO C: GLOSARIO

A

Árbol de Utilidad (Utility Tree). Esquema en forma de árbol que permite la identificación de los atributos de calidad más importantes del sistema.

Arquitectura de Software. Sistema y la estructura o estructuras del sistema, que comprende los componentes del software, las propiedades externamente visibles de sus componentes y las relaciones entre ellos.

Arquitectura física (Physical Architecture). La configuración física y la interconexión física de módulos de hardware y software, para lograr su funcionamiento. La arquitectura física, aunque describe configuraciones físicas en términos del sistema, no es específico a ninguna ubicación en particular ni despliegue de equipos o infraestructura.

Arquitectura lógica (Logical Architecture). Modelo que describe la naturaleza del sistema basado en la información, control o funciones y describe las interrelaciones de estos aspectos. La arquitectura lógica es independiente de cualquier enfoque de hardware o software.

Artefacto de software (Software Artefact). Cualquier cosa que resulte del proceso de desarrollo de software, por ejemplo documentos de requisitos, especificaciones, diseños, software, etc.

Aseguramiento de Calidad (Quality Assurance, ISO 8402, 1994). Todas las actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza suficiente en que un producto o servicio cumplirá con unos requisitos dados de calidad.

Atributo de Calidad. Subcaracterística que se concentra en aspectos específicos de un sistema de software.

C

Calidad. Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio con aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas (ISO 8402).

Cifrado. Proceso de codificar datos para prevenir un acceso no autorizado

durante su transmisión. También se le conoce como encriptación.

Código Fuente. Conjunto de líneas de código que conforman un bloque de texto que normalmente genera otro código mediante un compilador o intérprete para ser ejecutado por una computadora.

Confiabilidad. Característica de calidad relativa a la capacidad del software para mantener su nivel de desempeño, bajo condiciones dadas en un tiempo determinado.

Confidenciabilidad. Ausencia de acceso no autorizado a la información.

Configurabilidad. Posibilidad que se otorga a un usuario experto a realizar ciertos cambios al sistema.

D

Desempeño. El tiempo requerido para responder a los estímulos (eventos), o el número de eventos procesados en algún intervalo de tiempo. Grado en el cuál un sistema cumple con sus funciones asignadas dentro de ciertas restricciones dadas.

Decodificador. Cualquier dispositivo de hardware o programa de software que convierte una señal codificada a su forma original.

Depurar errores de programación. Es la corrección de los errores que pueda contener el código de un programa de cómputo y que estén afectando el funcionamiento de éste. (Debug).

Diccionario de datos. Es el acervo de información sobre un grupo de datos en los que se especifica su significado, relación con otros datos, origen, uso y formato. El diccionario se desarrolla para apoyar en la administración de las organizaciones, es responsable de las bases de datos; los analistas de sistemas y programadores de aplicaciones; de la planeación, control y evaluación efectiva de la captura, almacenamiento y uso de los datos; debe contener referencias a los sinónimos, procesos funciones, dinámicas, tamaño, frecuencia, consumo del recurso y otros atributos que los usuarios definan. (Data dictionary)

Disponibilidad. Capacidad del sistema para ser operacional cuando sea necesario.

Diseño: Es el proceso de definición de la arquitectura software: componentes, módulos, interfaces, procedimientos de prueba y datos de un sistema, que se

crean para satisfacer unos requisitos especificados.

E

Eficiencia. Característica de calidad relativa a la relación entre el nivel de desempeño del software y la cantidad de recursos utilizados por este.

Elicitación. Proceso de adquirir todo el conocimiento relevante necesario para producir un modelo de los requerimientos arquitectónicos del sistema analizado.

Escalabilidad. Grado con el que se puede ampliar el diseño arquitectónico de datos o procedimental.

F

Fallo. Una desviación del funcionamiento esperado.

Framework. Es una infraestructura sobre la cual se desarrolla software. Puede incluir programas, librerías de código, software de desarrollo, etc.

Funcionalidad. Grado en que las necesidades asumidas o descritas se satisfacen.

I

IEEE 829 (IEEE Standard for Software Test Documentation). Estándar para elaborar la documentación de testeo de software.

Integrabilidad. Medida en que trabajan correctamente componentes del sistema que fueron desarrollados separadamente al ser integrados.

Integridad. Ausencia de alteraciones inapropiadas de la información.

Interacción.

Interoperabilidad. Habilidad de un grupo de partes del sistema para trabajar con otro sistema.

Involucrados (Stakeholders). Son los usuarios directos, clientes y el equipo de software, involucrados en el sistema, los cuales deben cubrir características que exigen determinados roles o actividades específicas dentro del proyecto.

ISO/IEC 9126. Estándar que define un modelo de calidad de producto

software.

L

Latencia.

M

Mantenibilidad. Capacidad de modificar el sistema de manera rápida y a bajo costo.

Middleware. Software de conectividad que permite ofrecer un conjunto de servicios que hacen posible el funcionamiento de aplicaciones distribuidas sobre plataformas heterogéneas

Modificabilidad. Habilidad de realizar cambios futuros al sistema.

Módularidad. División de software en porciones manejables, módulos independientes, o agrupación de items mutuamente afines.

Módulo. Fragmento de programa casi independiente que habitualmente tiene un nombre y algunas instrucciones y datos propios. Un módulo se llama desde otro módulo y, de forma similar, invoca otros módulos. Unidad sintácticamente bien formada de acuerdo con las reglas del lenguaje de programación en uso. Colección de declaraciones, en principio ocultas, respecto a toda acción o declaración ajena al propio módulo, es decir definidas en un ámbito de visibilidad cerrado.

P

Plataforma. Describe una especie de framework, en hardware o en software, que permite que corra software.

Portabilidad. Habilidad del sistema para hacer ejecutado en diferentes ambientes de computación, ya sea de Hardware, Software o una combinación de los dos.

Productividad (Throughput). Cantidad de datos por unidad de tiempo. Tasa a la cuál un computador o red envía o recibe datos.

Programa. Organización de uno o varios módulos relacionados entre sí.

Punto de sensibilidad. Es la característica de uno o más componentes y/o relaciones del componente que es crítica para alcanzar un atributo en particular. Algunas de estas características representarán los riesgos para el éxito de la arquitectura.

Puntos de tradeoffs. Son las decisiones más críticas que se pueden ejecutar en una arquitectura.

R

Reusabilidad. Capacidad de diseñar un sistema de forma tal que su estructura o parte de sus componentes puedan ser reutilizados en futuras aplicaciones.

S

Servicio Web. Es un sistema de software que soporta interacción entre agentes de software. Tiene una interface descrita en WSDL. Otros sistemas interactúan con el Servicio Web usando mensajes SOAP típicamente usando HTTP con XML. No es ejecutable, depende de otras tecnologías para su ambiente de ejecución.

Seguridad. Atributo del software relativo a su capacidad para prevenir accesos no autorizados, accidentales o deliberados, a los programas o datos.

T

Tolerancia a fallos (Fault tolerance,ISO 9126). Subcaracterística de fiabilidad, que indica el grado en que el sistema mantiene un nivel de respuesta ante fallos del sistema o interfaces

U

Usabilidad. Característica de calidad relativa al esfuerzo necesario para el uso del software por un grupo de usuarios establecido o implícito.