



Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Cómputo

TLAMATINIME: Timetabling Problem, Prototipo de
Optimización de Horarios en la ESCOM
2017-B092

Presentan:

Gómez Caballero Brenda
Larios Moguel Carlos Aníbal
Ricardo Flores José Antonio

Directores:

M. en C. José David Ortega Pacheco
M. en C. Mario Augusto Ramírez Morales

29 de noviembre de 2018



Índice general

1. Introducción	13
1.1. Antecedentes	13
1.2. Problema de negocio	14
1.3. Solución	14
1.4. Objetivos	15
1.5. Justificación	16
1.6. Estado del arte	16
2. Marco Teórico	19
2.1. Clasificación del problema de acuerdo a sus características	19
2.2. Clasificación del problema de acuerdo a su complejidad	20
2.3. Técnicas Heurísticas	20
2.4. Cómputo Evolutivo	21
2.4.1. Antecedente histórico	21
2.4.2. Estructura General de un Algoritmo Evolutivo	22
2.4.3. Principales paradigmas del cómputo evolutivo	23
3. Bosquejo General	27
3.1. Arquitectura general	27
3.2. Componentes	28
3.3. Requerimientos	28
3.3.1. Requerimientos funcionales	28
3.3.2. Requerimientos no funcionales	29
4. Glosario de términos	35
4.1. Términos técnicos	35
5. Modelo de negocio	37
5.1. Reglas de negocio	39
5.1.1. Reglas derivadas del sistema	39
5.1.2. Reglas derivadas del negocio	39



6. Modelo de comportamiento	45
6.1. Módulos del sistema	45
6.2. Actores del Sistema	45
6.2.1. Subdirector Académico	46
6.2.2. Capturista	46
6.2.3. Jefe de Departamento	47
6.3. Casos de Uso del módulo de Academias	48
6.4. Casos de Uso del módulo de Infraestructura	48
6.5. Casos de Uso del módulo de Oferta Educativa	48
6.6. Casos de Uso del módulo de Profesores	48
6.7. Casos de Uso del módulo de Estructura Educativa	49
7. Prototipo 1: Academias	51
7.1. Modelo de información: Módulo Academias	51
7.1.1. Descripción general	51
7.1.2. Academia	51
7.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Academias	53
7.3. CUA1 Gestionar academias	54
7.3.1. Resumen	54
7.3.2. Descripción	54
7.3.3. Trayectorias del caso de uso	55
7.3.4. Puntos de extensión	55
7.4. CUA1.1 Registrar academia	56
7.4.1. Resumen	56
7.4.2. Descripción	56
7.4.3. Trayectorias del caso de uso	57
7.5. CUA1.2 Modificar academia	58
7.5.1. Resumen	58
7.5.2. Descripción	58
7.5.3. Trayectorias del caso de uso	59
7.6. CUA1.3 Eliminar academia	60
7.6.1. Resumen	60
7.6.2. Descripción	60
7.6.3. Trayectorias del caso de uso	61
7.7. Interfaces del módulo	62
7.7.1. IUA1 Gestionar Academias	62
7.7.2. IUA1.1 Registrar Academia	63
7.7.3. IUA1.2 Modificar Academia	63
7.8. Pruebas del módulo: Academias	65
7.8.1. Primer prueba	65
7.8.2. Segunda prueba	65
8. Prototipo 2: Infraestructura	67
8.1. Modelo de información: Módulo Infraestructura	67
8.1.1. Módulo Edificios: Descripción general	67
8.1.2. Edificio	67
8.1.3. Módulo Espacios: Descripción general	68
8.1.4. Espacio	68



8.1.5. Tipo de laboratorio	69
8.1.6. Tipo de espacio	69
8.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Infraestructura	70
8.3. CUI1 Gestionar edificios	71
8.3.1. Resumen	71
8.3.2. Descripción	71
8.3.3. Trayectorias del caso de uso	72
8.3.4. Puntos de extensión	72
8.4. CUI1.1 Registrar edificio	73
8.4.1. Resumen	73
8.4.2. Descripción	73
8.4.3. Trayectorias del caso de uso	74
8.5. CUI1.2 Modificar edificio	75
8.5.1. Resumen	75
8.5.2. Descripción	75
8.5.3. Trayectorias del caso de uso	76
8.6. CUI1.3 Eliminar edificio	77
8.6.1. Resumen	77
8.6.2. Descripción	77
8.6.3. Trayectorias del caso de uso	78
8.7. CUI1.5 Gestionar Espacios	79
8.7.1. Resumen	79
8.7.2. Descripción	79
8.7.3. Trayectorias del caso de uso	80
8.7.4. Puntos de extensión	80
8.8. CUI1.5.1 Registrar Espacio	81
8.8.1. Resumen	81
8.8.2. Descripción	81
8.8.3. Trayectorias del caso de uso	82
8.9. CUI1.5.2 Modificar Espacio	84
8.9.1. Resumen	84
8.9.2. Descripción	84
8.9.3. Trayectorias del caso de uso	85
8.10. CUI1.5.3 Eliminar espacio	87
8.10.1. Resumen	87
8.10.2. Descripción	87
8.10.3. Trayectorias del caso de uso	88
8.11. CUI1.5.4 Consultar espacio	89
8.11.1. Resumen	89
8.11.2. Descripción	89
8.11.3. Trayectorias del caso de uso	90
8.12. Interfaces del módulo	91
8.12.1. Edificios	91
8.12.2. IU11 Gestionar Edificios	91
8.12.3. IU11.1 Registrar Edificio	92
8.12.4. IU11.2 Modificar Edificio	93
8.12.5. Espacios	93



8.12.6. IUI1.5 Gestionar Edificios	93
8.12.7. IUI1.5.1 Registrar Espacio	95
8.12.8. IUI1.5.2 Modificar Espacio	96
8.12.9. IUI1.5.4 Consultar Espacio	96
8.13. Pruebas del módulo: Infraestructura	98
8.13.1. Edificio	98
8.13.2. Espacio	99
9. Prototipo 3: Oferta educativa	101
9.1. Modelo de información: Módulo Oferta Educativa	101
9.1.1. Módulo Plan de Estudio: Descripción general	101
9.1.2. Plan de estudio	101
9.1.3. Tipo de division	101
9.1.4. Módulo Unidad de Aprendizaje: Descripción general	103
9.1.5. Unidad de aprendizaje	103
9.1.6. Tipo de unidad de aprendizaje	104
9.1.7. Tipo de formación	104
9.1.8. Tipo de enseñanza	104
9.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Oferta Educativa	105
9.3. CUOE1 Gestionar planes de estudio	106
9.3.1. Resumen	106
9.3.2. Descripción	106
9.3.3. Trayectorias del caso de uso	107
9.3.4. Puntos de extensión	107
9.4. CUOE1.1 Registrar plan de estudio	108
9.4.1. Resumen	108
9.4.2. Descripción	108
9.4.3. Trayectorias del caso de uso	109
9.5. CUOE1.2 Modificar plan de estudio	111
9.5.1. Resumen	111
9.5.2. Descripción	111
9.5.3. Trayectorias del caso de uso	112
9.6. CUOE1.3 Eliminar plan de estudio	114
9.6.1. Resumen	114
9.6.2. Descripción	114
9.6.3. Trayectorias del caso de uso	115
9.7. CUOE1.4 Consultar plan de estudio	116
9.7.1. Resumen	116
9.7.2. Descripción	116
9.7.3. Trayectorias del caso de uso	117
9.8. CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje	118
9.8.1. Resumen	118
9.8.2. Descripción	118
9.8.3. Trayectorias del caso de uso	119
9.8.4. Puntos de extensión	119
9.9. CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje	120
9.9.1. Resumen	120
9.9.2. Descripción	120



9.9.3. Trayectorias del caso de uso	121
9.10. CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje	123
9.10.1. Resumen	123
9.10.2. Descripción	123
9.10.3. Trayectorias del caso de uso	124
9.11. CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje	126
9.11.1. Resumen	126
9.11.2. Descripción	126
9.11.3. Trayectorias del caso de uso	127
9.12. CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje	128
9.12.1. Resumen	128
9.12.2. Descripción	128
9.12.3. Trayectorias del caso de uso	129
9.13. Interfaces del módulo	130
9.13.1. Plan de Estudio	130
9.13.2. IUOE1 Gestionar Planes de Estudio	130
9.13.3. IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio	131
9.13.4. IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio	131
9.13.5. IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio	134
9.13.6. Unidad de Aprendizaje	134
9.13.7. IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje	134
9.13.8. IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje	136
9.13.9. IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje	137
9.13.10. IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje	137
9.14. Pruebas del módulo: Oferta Educativa	140
9.14.1. Planes de estudio	140
9.14.2. Unidades de aprendizaje	140
10. Prototipo 4: Profesores	143
10.1. Modelo de información: Módulo Profesores	143
10.1.1. Módulo Profesores: Descripción general	143
10.1.2. Profesor	144
10.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Profesores	145
10.3. CUP1 Gestionar profesores	146
10.3.1. Resumen	146
10.3.2. Descripción	146
10.3.3. Trayectorias del caso de uso	147
10.3.4. Puntos de extensión	147
10.4. CUP1.1 Registrar profesor	148
10.4.1. Resumen	148
10.4.2. Descripción	148
10.4.3. Trayectorias del caso de uso	149
10.5. CUP1.2 Modificar profesor	150
10.5.1. Resumen	150
10.5.2. Descripción	150
10.5.3. Trayectorias del caso de uso	151
10.6. CUP1.3 Eliminar profesor	153
10.6.1. Resumen	153



10.6.2. Descripción	153
10.6.3. Trayectorias del caso de uso	154
10.7. CUP1.4 Consultar profesor	155
10.7.1. Resumen	155
10.7.2. Descripción	155
10.7.3. Trayectorias del caso de uso	156
10.8. Interfaces del módulo	157
10.8.1. Profesores	157
10.8.2. IUP1 Gestionar Profesores	157
10.8.3. IUP1.1 Registrar Profesor	158
10.8.4. IUP1.2 Modificar Profesor	158
10.8.5. IUP1.4 Consultar Profesor	159
10.9. Pruebas del módulo: Profesores	161
10.9.1. Primera prueba	161
10.9.2. Segunda prueba	161
11. Prototipo 5: Estructura Educativa	163
11.1. Modelo de información: Módulo Estructura Educativa	163
11.1.1. Módulo Estructura Educativa: Descripción general	163
11.1.2. Estructura educativa	163
11.1.3. Módulo Grupos: Descripción general	164
11.1.4. Grupo	164
11.1.5. Módulo Asociación de profesores: Descripción general	165
11.1.6. Asociación de profesor	165
11.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Grupos	166
11.3. CUEE1 Gestionar estructura educativa	167
11.3.1. Resumen	167
11.3.2. Descripción	167
11.3.3. Trayectorias del caso de uso	168
11.3.4. Puntos de extensión	168
11.4. CUEE1.1 Registrar estructura educativa	169
11.4.1. Resumen	169
11.4.2. Descripción	169
11.4.3. Trayectorias del caso de uso	170
11.5. CUEE1.2 Modificar estructura educativa	171
11.5.1. Resumen	171
11.5.2. Descripción	171
11.5.3. Trayectorias del caso de uso	172
11.6. CUEE1.3 Eliminar estructura educativa	174
11.6.1. Resumen	174
11.6.2. Descripción	174
11.6.3. Trayectorias del caso de uso	175
11.7. CUEE1.4 Configurar horario	176
11.7.1. Resumen	176
11.7.2. Descripción	176
11.7.3. Trayectorias del caso de uso	177
11.8. CUEE1.5 Consultar horario	178
11.8.1. Resumen	178



11.8.2. Descripción	178
11.8.3. Trayectorias del caso de uso	179
11.9. CUAP1 Gestionar asociación de profesores	180
11.9.1. Resumen	180
11.9.2. Descripción	180
11.9.3. Trayectorias del caso de uso	181
11.9.4. Puntos de extensión	181
11.10CUAP1.1 Registrar asociación de profesor	182
11.10.1.Resumen	182
11.10.2.Descripción	182
11.10.3.Trayectorias del caso de uso	183
11.11CUAP1.2 Modificar asociación de profesor	185
11.11.1.Resumen	185
11.11.2.Descripción	185
11.11.3.Trayectorias del caso de uso	186
11.12CUAP1.3 Eliminar asociación de profesor	188
11.12.1.Resumen	188
11.12.2.Descripción	188
11.12.3.Trayectorias del caso de uso	189
11.13CUAP1.4 Consultar Asociación de profesor	190
11.13.1.Resumen	190
11.13.2.Descripción	190
11.13.3.Trayectorias del caso de uso	191
11.14CUG1 Gestionar grupos	192
11.14.1.Resumen	192
11.14.2.Descripción	192
11.14.3.Trayectorias del caso de uso	193
11.14.4.Puntos de extensión	193
11.15CUG1.1 Registrar grupo	194
11.15.1.Resumen	194
11.15.2.Descripción	194
11.15.3.Trayectorias del caso de uso	195
11.16CUG1.2 Modificar grupo	197
11.16.1.Resumen	197
11.16.2.Descripción	197
11.16.3.Trayectorias del caso de uso	198
11.17CUG1.3 Eliminar grupo	200
11.17.1.Resumen	200
11.17.2.Descripción	200
11.17.3.Trayectorias del caso de uso	201
11.18Interfaces del módulo	202
11.18.1.Estructura Educativa	202
11.18.2.IUEE1 Gestionar Estructura Educativa	202
11.18.3.IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa	203
11.18.4.IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa	204
11.18.5.IUEE1.4 Configurar Horario	205
11.19Interfaces del módulo	206



11.19.1 Asociación de Profesores	206
11.19.2.IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores	206
11.19.3.IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesores	207
11.19.4.IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesores	207
11.19.5.IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor	210
11.20 Interfaces del módulo	211
11.20.1. Grupos	211
11.20.2.IUG1 Gestionar Grupos	211
11.20.3.IUG1.1 Registrar Grupo	212
11.20.4.IUG1.2 Modificar Grupo	212
11.21 Pruebas del módulo: Estructura Educativa	214
11.21.1.Estructura Educativa	214
11.21.2.Asociación de profesores	214
11.21.3.Grupos	215
12. Modelo de interacción con el usuario	217
12.1. Diseño de mensajes	217
12.2. Parámetros comunes	217
12.3. Mensajes a través de la pantalla	218
13. Módulo de Optimización	221
13.1. Modelo de comportamiento del módulo: SistemaMódulo de Optimización	222
13.1.1. Prototipo1 del alogritmo de optimización	222
13.1.2. Prototipo2 del alogritmo de optimización	230
13.1.3. Prototipo3 del alogritmo de optimización	236
13.1.4. Prototipo4 del alogritmo de optimización	243
13.1.5. Pruebas de la versión: 1	251
13.1.6. Pruebas de la versión: 2	253
13.1.7. Pruebas de la versión: 3	254
13.1.8. Pruebas de la versión: 4	255
14. Conclusiones	259
15. Trabajo futuro	261
16. Anexos	263
16.1. Anexo 1. Información recabada	263
17. Bibliografía	267

Índice de figuras

3.1. Modelo del sistema.	27
3.2. Diagrama de paquetes del sistema.	28
3.3. Entorno de trabajo del sistema	30
3.4. Arquitectura Django	31
3.5. Estadística de los navegadores utilizados en México	32
3.6. Comunicación del sistema	33
3.7. Estadística de los sistemas operativos utilizados en México	33
3.8. Comunicación entre paquetes	34
5.1. Modelo Entidad Relación del sistema.	38
6.1. Diagrama de casos de uso del módulo Academias	48
6.2. Diagrama de casos de uso del módulo Infraestructura	48
6.3. Diagrama de casos de uso del módulo Oferta Educativa	49
6.4. Diagrama de casos de uso del módulo Profesores	49
6.5. Diagrama de casos de uso del módulo Estructura Educativa	50
7.1. Modelo de información del módulo Academias.	51
7.2. IUA1 Gestionar Academias	62
7.3. IUA1.1 Registrar Academia	63
7.4. IUA1.2 Modificar Academia	64
8.1. Modelo de información del módulo Edificios.	67
8.2. Modelo de información del módulo de Espacios.	68
8.3. IUI1 Gestionar Edificios	91
8.4. IUI1.1 Registrar Edificio	92
8.5. IUI1.2 Modificar Edificio	93
8.6. IUI1.5 Gestionar Espacios	94
8.7. IUI1.5.1 Registrar Espacio	95
8.8. IUI1.5.2 Modificar Espacio	97
8.9. IUI1.5.4 Consultar Espacio	98



9.1. Modelo de información del módulo Plan de estudio.	102
9.2. Modelo de información del módulo Unidad de Aprendizaje.	103
9.3. IUOE1 Gestionar Planes de Estudio	130
9.4. IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio	132
9.5. IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio	133
9.6. IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio	134
9.7. IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje	135
9.8. IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje	136
9.9. IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje	138
9.10. IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje	139
10.1. Modelo de información del módulo Profesores.	143
10.2. IUP1 Gestionar Profesores	157
10.3. IUP1.1 Registrar Profesor	158
10.4. IUP1.2 Modificar Profesor	159
10.5. IUP1.4 Consultar Profesor	160
11.1. Modelo de información del módulo Estructura educativa.	163
11.2. Modelo de información del módulo Grupos.	164
11.3. Modelo de información del módulo Asociación de profesores.	165
11.4. IUÉE1 Gestionar Estructura Educativa	202
11.5. IUÉE1.1 Registrar Estructura Educativa	203
11.6. IUÉE1.2 Modificar Estructura Educativa	204
11.7. IUÉE1.4 Configurar Horario	205
11.8. IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores	206
11.9. IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesor	208
11.10IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesor	209
11.11IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor	210
11.12IUG1 Gestionar Grupos	211
11.13IUG1.1 Registrar Grupo	212
11.14IUG1.2 Modificar Grupo	213
13.1. Determinación experimental del criterio de paro	252
13.2. Gráfica de mejora	252
13.3. Determinación experimental del criterio de paro	254
13.4. Gráfica de mejora	254
13.5. Determinación experimental del criterio de paro	256
13.6. Gráfica de mejora	256
13.7. Determinación experimental del criterio de paro	258
13.8. Gráfica de mejora	258
16.1. Solicitud de información	264

1.1. Antecedentes

El problema de la calendarización de actividades es ampliamente conocido y estudiado, el mismo tiene sus distintas divisiones, existen problemas de calendarización de actividades, de juntas, de servicios de transporte y de actividades escolares, a lo largo de el siguiente documento nos vamos a enfocar en el último tipo. La calendarización de actividades escolares ha sido ampliamente estudiada por su complejidad particular puesto que se tienen que considerar varias restricciones y distintos recursos.

Actualmente hay varios artículos que hablan al respecto, para el presente trabajo tomamos particularmente tres en cuenta:

Survey on University Timetabling Problem

De este artículo destacamos la explicación de las clasificaciones de problemas de calendarización de actividades universitarias.

Categorías de problemas de acuerdo a sus características:

- UTP: Problema de Horarios de Universidades en cuyo caso las clases son asignadas de forma semanal y se tienen que asignar materias a las clases dentro de un horario.
- CTP: Problema de Horarios por Curso Se refiere al problema de las clases impartidas de un curso/materia a la semana en que el problema incluye asignarles salones y profesores a las materias dentro de un horario.
- LTP: Problema de horarios por clase Se refiere al problema de asignar una sola clase de un curso por día en la universidad sin que se traslapen unas con otras.
- ETP: Problema de horarios por examinación Contiene una gran cantidad de situaciones propias de los demás problemas. La capacidad de los salones y el horario de profesores y alumnos debe ser tomado en cuenta.



Modelling constraints in school timetabling using Integer linear programming

En este artículo encontramos mencionado que existe una categoría para los problemas de calendarización de actividades escolares, este se conoce como STTP: School Timetabling Problem. Los problemas de tipo STTP son aquellos que toman en cuenta el caso de preparatorias y secundarias donde se imparte determinado número de clases por día pero durante todo un período escolar es el mismo profesor quien imparte la misma materia en el mismo grupo en dichos días y horarios.

Applying evolutionary computation to the school timetabling problem: The Greek case

De este artículo es interesante resaltar su aproximación al problema. Definen el problema como uno de minimización con penalizaciones, esto significa que para determinar que una solución es buena se deben violar el menor número de restricciones posible.

Las restricciones del problema dan paso a las penalizaciones pero hay restricciones esenciales (hard constraints) y restricciones no esenciales (soft constraints). El artículo indica que las restricciones esenciales son aquellas que deben ser cumplidas en todo momento para que la solución sea considerada viable y como tal deben tener una penalización bastante mayor a las no esenciales de manera que se favorezca a las soluciones viables. Las restricciones no esenciales son aquellas que ayudan a discriminar entre dos soluciones viables aquella que es mejor. De esta manera la función objetivo es una sumatoria entre las penalizaciones de las restricciones esenciales y no esenciales.

1.2. Problema de negocio

En la Escuela Superior de Cómputo la generación de la estructura educativa requiere de aproximadamente 3 meses, durante este tiempo se pueden realizar cambios en la asignación realizada incluso momentos antes de que aparezcan en el SAES. El tiempo estimado para la asignación manual de horarios equivale a 10 profesores por cada dos días, este proceso lo llevan a cabo los jefes de departamento y presidentes de academia.

Con base en lo anterior, la forma en la que se genera la estructura educativa requiere de tiempo excesivo debido a que la asignación se hace de manera manual. Esta solución se considera la mejor desde el punto de vista de los jefes de academia, y depende totalmente de la perspectiva de cada uno de ellos.

1.3. Solución

A fin de abordar el problema presentado, se propone la utilización de cómputo evolutivo. Es importante recalcar que si bien, puede existir una solución ideal, el espacio de la búsqueda es exponencial en función al número de atributos que utilicemos, por lo tanto encontrar esta solución podría tardar mucho tiempo o incluso podría darse el caso que no se encuentre nunca.

Este problema de asignación de horarios está relacionado con la complejidad temporal NP-hard, esto es, el tiempo necesario para llegar a la solución óptima se eleva de manera exponencial de acuerdo al número de variables, esto por el tamaño del espacio de búsqueda. Para el caso de la ESCOM, se cuentan con las variables: espacios (salones-laboratorios), profesores, unidades de aprendizaje, grupos, horarios. Con este conjunto de variables se estudiarán los diferentes algoritmos relacionados a los problemas NP-hard para obtener la función que nos permitirá ofrecer una solución al problema.



Debido a la complejidad particular del caso ESCOM en que se tienen alrededor de 200 profesores que son los que se tienen en la nómina, número que puede aumentar o disminuir de acuerdo a las necesidades de la escuela cada semestre, 84 unidades de aprendizaje que son el total de las aprobadas dentro del plan de estudios aunque se pueden o no impartir durante dicho semestre, 14 posibles horarios debido a que en ESCOM ya que casi todas las unidades de aprendizaje duran una hora y media y se imparten 3 días a la semana por lo que se han configurado los horarios en 14 posibles combinaciones de tres sesiones a la semana. Se tienen también al rededor de 36 salones utilizables para impartir clase, finalmente se generan al rededor de 72 grupos al semestre, atacando este problema por fuerza bruta, el total de posibles opciones es aproximadamente 609,638,400 combinaciones lo cuál lo vuelve un espacio de búsqueda demasiado grande como para poder atacarlo de manera tradicional o por fuerza bruta.

Como parte de la solución, la primer aproximación será dividir el espacio de búsqueda de acuerdo a las restricciones de ESCOM, en primer lugar los profesores solo imparten un número finito de unidades de aprendizaje al semestre, en segundo lugar los grupos se asocian directamente a un salón, en tercer lugar las unidades de aprendizaje y grupos se dividen por nivel y finalmente los horarios de clase así como los profesores pueden ser matutinos o vespertinos. De esta manera cada particular espacio de búsqueda se reduce a alrededor de 54,600 posibilidades, de esta forma aún es un espacio demasiado grande para métodos tradicionales pero disminuye lo cual aumenta la posibilidad de encontrar una solución viable.

Entre las posibles soluciones usuales para este tipo de problemas se propone el uso de algoritmos genéticos sin embargo para este caso en particular la probabilidad de que el algoritmo llegue a la solución óptima es muy baja, podría ser también que la solución final no sea viable, sin mencionar tanto el costo en tiempo como el costo computacional de esto.

Finalmente después de analizarlo, y siguiendo las bases de uno de los artículos ya mencionados, se decidió que la mejor aproximación es utilizar programación genética con el operador de mutación, debido a que de esta manera al evaluar la viabilidad de la solución mientras está siendo creada se asegura llegar a una solución viable, que quizás no sea la mejor, pero al crear soluciones viables aseguramos que se resuelva el problema, y la segunda parte del algoritmo se enfoca a evaluar la solución de forma que se pueda definir con base en los criterios definidos por el usuario cual es la mejor solución de entre las propuestas.

1.4. Objetivos

Desarrollar una herramienta que permita generar una o varias opciones de configuración de horarios, tomando en cuenta las restricciones derivadas del análisis del proceso de generación de horarios de la Escuela Superior de Cómputo.

- Seleccionar las restricciones a tomar en cuenta para la generación de horarios y definir así el alcance del proyecto.
- Identificar que técnica meta-heurística debe ser utilizada y adaptar las restricciones disponibles, para el desarrollo del algoritmo que genera la o las propuestas de horario.
- Diseñar la función a optimizar, la cual modela el problema de la generación de propuesta de horario.
- Desarrollar un sistema que nos permita la visualización de los resultados que arroja el algoritmo, así como la gestión de los datos necesarios que se requieren para llevar a cabo la operación.



1.5. Justificación

Para comprender mejor el proceso que la estructura educativa conlleva, nos entrevistamos con el subdirector académico M. en C. Iván Giovanni Mosso García, quien nos explicó los diferentes aspectos aquí expuestos.

Con base en la entrevista realizada, concluimos que la ESCOM no cuenta con una herramienta en software que ayude a la generación automatizada de la estructura educativa.

El tiempo requerido es excesivo, los involucrados ven reducido el tiempo que pueden invertir en otras actividades. Un problema aún mayor radica en que la propuesta de la estructura educativa debe ser aprobada por la DAE, después de lo cual puede ser que se presenten cambios y esto implica un incremento de tiempo y esfuerzo del personal de la ESCOM en dicho proceso, mismos que aún con toda la experiencia que tienen pueden llegar a cometer errores debido a la complejidad del proceso.

De acuerdo a lo anterior la importancia del proyecto radica, esencialmente, en la asignación de recursos y tiempo que representaría dentro del proceso de generación de horarios, ya que se plantea que el proceso concluya con opciones viables de horarios de acuerdo a las características que se tienen en la escuela debido a que no solo se tiene que generar una propuesta de los horarios y esto no implica únicamente agrupar clases en bloques sino que el problema escala hasta la asociación de grupos, profesores, materias, salones, laboratorios y horas mismos que en conjunto son denominados horarios.

1.6. Estado del arte

- **Software comercial**

Nombre	Compañía	Descripción
GHC	Peñalara	Gestión completa de horarios escolares y universitarios. Presentes en 25 países, en más de 3500 centros de enseñanza. Aplicación de paga.
UnitsExpress	Units Grubbers & Petters	Aplicación de escritorio. Generación de horarios de acuerdo a los criterios pedagógicos que se seleccionen. Posibilidad de visualización y cambios del resultado. Aplicación de paga.
Timetable	Timetable web	Aplicación en línea. Aplicación de paga. Funciona en cualquier sistema operativo. Velocidad de respuesta. Inserción de restricciones. Impresión en pdf.
HorarioFacil	Horário Fácil	Aplicación en línea. Aplicación de paga. Proceso de 6 pasos. Impresión en pdf. Licencia por tiempo.
Wisetimetable	Wisetimetable	Aplicación de escritorio o móvil. Distintos lenguajes Posibilidad de trabajar manualmente, generar automáticamente o mixto.



- Tesis

Título	Autores	Resumen
Implementación de un generador inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos en la Universidad de Ciencias y Humanidades	Rodas Tirapo, Fritz Elías Vásquez Cruces, Janneth Mónica	Como propuesta principal, se realizó un modelo de generación de horarios usando algoritmos genéticos y se elaboró una aplicación, de esta manera se minimizó el tiempo que conlleva este proceso, además, de facilitar al personal responsable la elaboración de los mismos y evitar en lo más posible los errores que comúnmente conlleva su elaboración manual.
School timetable construction : algorithms and complexity	Willemen, RJ Roy	Solución del problema de generación de horarios por medio del uso de TSSGAP.
A GENETIC ALGORITHM TO SOLVE THE TIMETABLE PROBLEM	Alberto Colomi, Marco Dorigo, Vittorio Maniezzo	Solución propuesta del problema de generación de horarios por medio del uso de algoritmos de optimización combinatorios NP-hard de restricción múltiple aplicados al mundo real. Se comparan dos versiones distintas de Algoritmos Genéticos para el mismo problema, donde ambos superan la búsqueda basada en tabúes, las simulaciones y la generación manual.
Constructing School Timetables using Simulated Annealing: Sequential and Parallel Algorithms	D. Abramson	Solución propuesta para el problema de los horarios escolares por medio del uso de Algoritmos secuenciales y paralelos con simulaciones, mismos que eran la solución para este tipo de problemas previo a la llegada de los algoritmos genéticos.



2.1. Clasificación del problema de acuerdo a sus características

Tal como lo mencionan los antecedentes citados, de acuerdo a sus características y a las restricciones que manejan los problemas de calendarización de actividades escolares se pueden dividir en las siguientes categorías.

Categorías de problemas de acuerdo a sus características:

- UTP: Problema de Horarios de Universidades en cuyo caso las clases son asignadas de forma semanal y se tienen que asignar materias a las clases dentro de un horario. 17
- CTP: Problema de Horarios por Curso Se refiere al problema de las clases impartidas de un curso/materia a la semana en que el problema incluye asignarles salones y profesores a las materias dentro de un horario.17
- LTP: Problema de horarios por clase Se refiere al problema de asignar una sola clase de un curso por día en la universidad sin que se translapen unas con otras.17
- ETP: Problema de horarios por examinación Contiene una gran cantidad de situaciones propias de los demás problemas. La capacidad de los salones y el horario de profesores y alumnos debe ser tomado en cuenta.17
- STTP: School Timetabling Problem. Los problemas de tipo STTP son aquellos que toman en cuenta el caso de preparatorias y secundarias donde se imparte determinado número de clases por día pero durante todo un período escolar es el mismo profesor quien imparte la misma materia en el mismo grupo en dichos días y horarios. 17

De acuerdo a dichas categorías, el problema que abordamos para el caso ESCOM recae en la categoría de STTP puesto que si bien ESCOM no es una preparatoria o secundaria, las restricciones y características se asemejan más a las que corresponden a esta categoría. De esta manera, las clases duran lo mismo y se imparten siempre en el mismo horario los mismos días sin mencionar que siempre es el mismo profesor quien la imparte y en el mismo salón.



2.2. Clasificación del problema de acuerdo a su complejidad

La complejidad en cuanto a computación tiene dos consideraciones, complejidad temporal y complejidad espacial. La complejidad temporal se basa en el concepto que cada operación que lleva a cabo la computadora requiere cierto tiempo, si bien las capacidades de las computadoras actuales permiten realizar múltiples operaciones en fracciones de segundos, cuando un problema requiere realizar demasiadas operaciones el tiempo que tarda una computadora en ejecutarlas aumenta. La complejidad espacial se refiere a los espacios en memoria que se necesitan para manejar toda la información de un problema, sin embargo las computadoras han avanzado a un nivel en que es difícil encontrar problemas que causen un conflicto con el espacio de una computadora.

De esta manera nos enfocamos en la complejidad temporal. La complejidad temporal de un problema se puede clasificar de la siguiente manera de acuerdo a 17:

- P- Problemas que pueden ser resueltos en un tiempo polinomial de forma determinista
- NP- Problemas de decisión, de carácter no determinista que tienen alguna solución alcanzable en tiempo polinomial. Y que dada una solución es posible comprobar si corresponde o no en tiempo polinomial.
- NP-Complete - Problemas NP para los cuales ninguna solución ha sido alcanzada en un tiempo polinomial sin poder afirmar que no pueda ser alcanzada.
- NP-Hard - Problemas con una complejidad al menos tan grande como NP-Complete sin tener que ser necesariamente de tipo NP, la mayoría de los cuáles se considera indescifrable en tiempo polinomial. No son de Decisión.

De acuerdo a esto entendemos que el problema de la calendarización de actividades no puede ser considerado como problema de decisión sin embargo dependiendo del tamaño del espacio de búsqueda es posible no llegar a encontrar una solución o tardar demasiado en hacerlo.

De esta manera, el problema de organización de tiempo en una escuela se cataloga como NP Hard, lo que significa que el problema se vuelve más difícil a medida que se aumenta el número de instancias aumenta, y disminuye la posibilidad de que exista una solución óptima.

2.3. Técnicas Heurísticas

Cuando enfrentamos espacios de búsqueda demasiado grandes y que además los algoritmos más eficientes que se conocen para su resolución requieren tiempo exponencial se vuelve evidente que las técnicas clásicas de búsqueda y optimización son insuficientes. La palabra **heurística** se deriva del griego heuriskein, que **encontrar** o **descubrir**.

Las heurísticas fueron parte de los orígenes de la Inteligencia Artificial aunque algunos autores consideran que no ofrecen garantía de lograr resolver el problema para el que se plantean. Actualmente se relaciona el término con técnicas que mejoran el desempeño. De acuerdo con Reeves: "Una heurística es una técnica que busca soluciones buenas o casi óptimas a un costo computacional razonable, aunque sin garantizar factibilidad u optimalidad de las mismas. En algunos casos ni siquiera puede determinar que tan cerca del óptimo se encuentra una solución factible en particular." [Colin B. Reeves, editor. Modern



Heuristic Techniques for Combinational Problems. John Wiley & Sons, Great Britain, 1993].

2.4. Cómputo Evolutivo

El cómputo evolutivo es definido como la disciplina del enfoque sub-simbólico o Bottom-UP de la Inteligencia Artificial, compuesta por un conjunto de técnicas heurísticas que imita la evolución y otros mecanismos observados en la naturaleza para la resolución de problemas intratables por otras técnicas. Todo el cómputo evolutivo se basa en la teoría de la evolución por selección natural de Darwin, el cómputo evolutivo derivando así en programación evolutiva, estrategias evolutivas y algoritmos genéticos.

2.4.1. Antecedente histórico

Las ideas evolucionistas que popularizó Charles Darwin en 1858 y más tarde en 1859 con la publicación de su libro 'El origen de las especies'.

Entre las teorías evolutivas de la época encontramos teorías como la de la combinación según la cual las características hereditarias de los padres se mezclaban o combinaban de alguna forma en sus hijos, pero contrastaba la teoría de la selección natural dado que de esta manera los cambios adaptativos no se conservarían.¹⁷

La teoría de la herencia de Mendel en la que habla de genes dominantes y recesivos en las características que los padres aportan a sus hijos de forma que los cambios adaptativos se mantienen y pasan a la siguiente generación. ¹⁷

La teoría de la pangénesis esbozada por Darwin en que sostiene que los órganos producen pequeñas partículas hereditarias llamadas 'gémulas' o 'pangenes', de acuerdo con esta teoría dichas partículas se transportan a través de la sangre y se recolectan en los gametos(células reproductivas) durante su formación. De acuerdo con esta teoría los padres transmiten sus genes a los hijos directamente mediante la sangre. ¹⁷

La teoría de la mutación de Hugo De Vries, afirma que los cambios en las especies no se dan de manera gradual y adaptativas, sino más bien de manera abrupta y aleatoria, aunque estaba equivocada, la teoría se basaba en la creencia de que las mutaciones generaban nuevas especies y retoma las leyes de herencia de Mendel. ¹⁷

La teoría cromosómica de la herencia de Walter Sutton en 1903 quien determinó correctamente que los cromosomas en el núcleo de las células eran el lugar donde se almacenaban las características hereditarias, afirmó que el comportamiento de los cromosomas en las células sexuales era la base de las leyes de Mendel, indicó también que los cromosomas contienen genes y los genes de un cromosoma están ligados y se heredan juntos. ¹⁷

Finalmente el neodarwinismo afirma que hay 4 procesos que actúan sobre las poblaciones, dichos procesos son: Reproducción, mutación, competencia y selección. Cualquier forma de vida en el planeta cuenta con un mecanismo de reproducción que es la manera en que se asegura la continuidad de la especie, al proceso de reproducción de un sistema se le agrega casi de manera implícita una mutación. El hecho



que estas reproducciones se lleven a cabo en un espacio finito obliga a que haya competencia entre los individuos y como consecuencia que haya una selección de los más aptos. De esta manera, la evolución es el resultado de estos procesos que interactúan en las poblaciones generación tras generación. 17

De esta manera, analizando la evolución como un proceso de optimización, los padres de la computación como es Alan Turing por poner un ejemplo, estudiaron dicho proceso y la posibilidad de aplicarlo a la computación como una manera de resolver problemas lo cual dio paso a las técnicas de cómputo evolutivo que conocemos hoy en día, desde las optimizaciones hasta la inteligencia artificial.17

2.4.2. Estructura General de un Algoritmo Evolutivo

Los algoritmos evolutivos siguen una estructura similar, primero crean una población inicial de individuos y se hace evolucionar mediante un proceso con operadores genéticos. Los procesos dependen de la aptitud que un individuo de la población que muestran en el ambiente en que se desarrollan. A continuación detallamos la información de los atributos de un algoritmo genético de acuerdo a 17.

Individuo: Posible solución a un problema que se está tratado.

Cromosoma: Representación de un individuo formada por un conjunto de genes.

Gen: Es una característica de un individuo, cuyo dominio está definido por los alelos del dominio de este.

Alelo: Es un valor posible que puede ser tomado por un gen, y está limitado por el dominio de valores de dicho gen y por el genotipo del cromosoma.

Genotipo: Es la codificación utilizada para representar un cromosoma.

Población: Conjunto de individuos que se desarrollan en el mismo ambiente.

Ambiente: Problema que se intenta resolver.

Aptitud: Valor numérico que indica que tan apto es un individuo para ser una solución apropiada.

Función de Aptitud: Aquella que determina la aptitud de un individuo.

Fenotipo: Decodificación del cromosoma.

Generación: Población generada por la aplicación de operadores genéticos en una población previa que sustituyó a esta.

Operadores Genéticos: Operador que recibe los cromosomas de un conjunto de individuos para generar nuevos.

Cruza: Operador Genético que genera un nuevo individuo a partir de la combinación de genes de dos o más.



Mutación: Operador Genético que genera un nuevo individuo a partir de cambios aleatorios y/o controlados en genes del cromosoma de otro individuo.

Selección: Proceso mediante el cual, un conjunto de individuos de una generación son escogidos para aplicarles operadores genéticos y/o sean parte de la siguiente generación.

Algorithm 1: Estructura general de un algoritmo evolutivo

```
1 Entrada: g = Número de Generaciones
2 a = Aptitud Objetivo
3 Salida: s = Mejor Solución
4 p = inicializaPoblacion() : Generar Población inicial
5 c = 1: Inicializar Contador de Población
6 t = aleatorio(0,1)
7 while c <= g and x t <= Ma <= a do
8   pP = seleccionarPadres(p)
9   pT = operacionesGeneticas(pP)
10  p = seleccionarNuevaPoblación(p,pT)
11  Ma = mejorAptitud(p)
12  c = c+1
13  s = mejorIndividuo(p)
14 end
15 return s
```

2.4.3. Principales paradigmas del cómputo evolutivo

17

El término de cómputo evolutivo engloba las técnicas inspiradas en la evolución biológica del Neo-Darwinismo. En términos generales la computadora requiere los siguientes procesos para simular la evolución: Codificar las estructuras, operaciones que afectan a los individuos, función de aptitud y mecanismo de selección.

Programación evolutiva 17 Lawrence J. Fogel y otros autores plantearon la posibilidad del uso de la evolución simulada en la solución de problemas. La programación evolutiva consistía en hacer evolucionar autómatas de estados finitos que recibían símbolos, Fogel usaba una función para indicar que tan bueno era un autómata en particular para predecir un símbolo y utilizó el operador de mutación para efectuar cambios en las transiciones y estados de los autómatas para volverlos más aptos. Se aplicó principalmente a problemas de predicción y teoría de juegos entre otros.

Es una técnica en la cual la inteligencia se ve como un comportamiento adaptativo, enfatiza los nexos de comportamiento entre padres e hijos en vez de buscar emular operadores genéticos.

En su estructura básica el algoritmo de la programación evolutiva contempla: Generar aleatoriamente una población inicial, aplicar mutación, calcular aptitud de cada hijo y se usa un proceso de selección mediante torneo para determinar que soluciones son las que se van a retener.



Como la programación evolutiva abstrae la evolución a nivel especie no requiere de una cruce entre especies distintas, sólo una selección y recombinación entre sí.

Estrategias evolutivas 17 Desarrolladas por primera vez como una solución a un problema imposible de optimizar analíticamente o utilizando métodos tradicionales para un túnel de viento por Ingo Rechenberg. Implementaban un mecanismo de mutación basándose en el de la naturaleza para generar cambios discretos aleatorios para llegar a la mejor solución posible.

La versión original usaba solo un padre para generar un solo hijo que se mantenía sólo si era mejor que el padre, este tipo de selección se llama extintiva ya que los peores individuos nunca serán seleccionados. En las estrategias se debe evolucionar a las variables del problema así como los parámetros de la técnica.

En contraste con la programación evolutiva que utiliza una selección de torneo, las estrategias evolutivas usan una selección determinística. Ambas técnicas operan a nivel fenotípico que no necesita la codificación de las variables. La programación evolutiva es una abstracción de la evolución al nivel de las especies por lo que no necesita una cruce mientras que las estrategias abstraen la evolución a nivel individuo por lo que es posible hacer una recombinación.

Contempla la adaptación como un proceso poblacional en un ambiente, que los comportamientos individuales pueden representarse mediante programas, que pueden generarse nuevos comportamientos mediante variaciones aleatorias de los programas y las salidas de dos programas normalmente están relacionadas si sus estructuras lo están también. De forma que la adaptación se podía reducir a un formalismo en que los programas interactúan y mejoran con base en un ambiente que determina la adaptación del comportamiento, concebido en el contexto de aprendizaje de máquina, se utiliza de manera muy popular en optimización.

Algoritmos genéticos 17 Los algoritmos genéticos fueron propuestos por John H. Holland a principios de la década de los 60 como:

Un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales con respecto al tiempo usando operaciones modeladas de acuerdo al principio Darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto, y tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas de entre las que destaca la recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suele ser una cadena de caracteres (letras o números) de longitud fija que se ajusta el modelo de las cadenas de cromosomas, y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su aptitud.

Originalmente planes reproductivos genéticos tienen como motivación resolver problemas de aprendizaje de máquina. Los algoritmos genéticos enfatizan la importancia de la cruce sexual sobre el de la mutación y usa una selección probabilística.

Aunque los AGs pueden encontrar óptimos globales de problemas de alta complejidad, la realidad es que muchas veces el costo computacional que requiere es prohibitivamente alto, y se le da prioridad para encontrar una solución razonable, ya que eso suelen poder hacerlo en un tiempo relativamente corto.

Generar población inicial, calcular aptitud de cada individuo, seleccionar con base en la aptitud, aplicar operadores de cruce para generar la siguiente población, ciclar hasta que cierta condición se satisfaga.



Programación genética 17 Discute la combinación de segmentos de programas mediante el copiado de subárboles de un individuo a otro y plantea el uso de mutación para introducir nuevos árboles en la población. Posteriormente consideran un operador de cruza para intercambiar sub-árboles entre los programas de una población generada al azar. Se utilizaba también una función de aptitud para definir que tan buena es una población para resolver el problema.

Para nuestro proyecto hemos tomado la decisión de utilizar programación evolutiva, esto debido a los resultados mostrados en distintos artículos donde el cómputo evolutivo supera a otras técnicas y dentro del cómputo evolutivo, nosotros no necesitamos usar una cruza entre especies si no mutar dentro de los individuos del mismo tipo, en este caso al sólo utilizar el operador de mutación estamos haciendo uso de programación evolutiva en su definición sin mencionar que su estructura nos permite eficientar el proceso.



3.1. Arquitectura general

Con base en la teoría general de los sistemas según Ludwig von Bertalanffy, el sistema TLAMATINIME está conformado por dos sistemas. A continuación se detallan estos sistemas:

- **Sistema de Gestión de Información (SGI):** Es el sistema encargado de gestionar la información requerida por el siguiente sistema.
- **Sistema de Soporte a las Decisiones (DSS):** Este sistema muestra los resultados del algoritmo permitiendo al responsable tomar la decisión de utilizar esta opción de horario o generar una nueva.

En la figura 3.1 se muestra la estructura de los sistemas que conforman al sistema en conjunto.



Figura 3.1: Modelo del sistema.

3.2. Componentes

En la figura 3.2 se muestra el diagrama de paquetes que conforman el sistema.

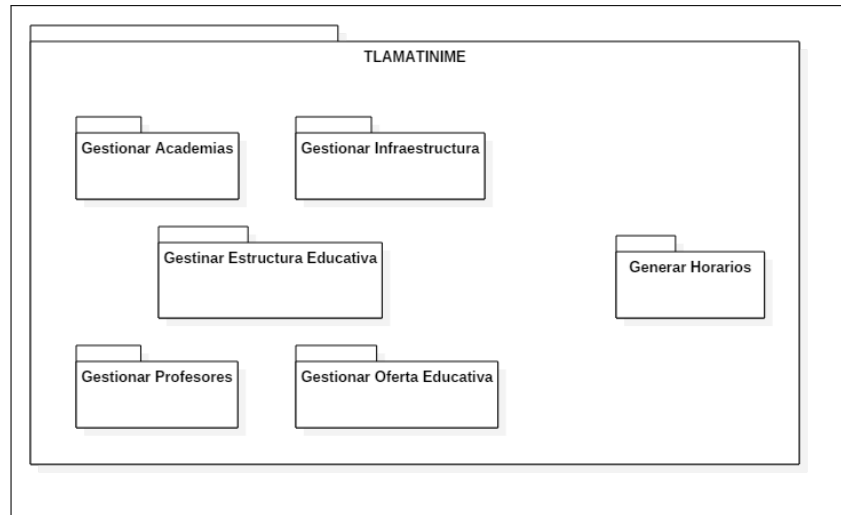


Figura 3.2: Diagrama de paquetes del sistema.

3.3. Requerimientos

Los requerimientos de un sistema de software son frecuentemente clasificados como requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales:

3.3.1. Requerimientos funcionales

Estos son sentencias de los servicios que el sistema debería proporcionar, como el sistema debería reaccionar para entradas particulares, y como el sistema debería comportarse en situaciones particulares. En algunos casos, los requerimientos funcionales pueden decir explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

A continuación se enlistan los requerimientos funcionales identificados para el sistema.

- El sistema debe permitir al subdirector académico seleccionar las unidades de aprendizaje que se impartirán durante un semestre.
- El sistema debe permitir al subdirector académico asignar a un profesor las unidades de aprendizaje que impartirá durante el semestre.
- El sistema debe permitir al subdirector académico consultar los horarios una vez generados.
- El sistema debe permitir al subdirector académico seleccionar un horario.
- El sistema debe permitir al subdirector académico realizar modificaciones al horario seleccionado.
- Un profesor tiene un número finito de unidades de aprendizaje que debe impartir al semestre.



- Un profesor no puede estar en dos clases al mismo tiempo. Las unidades de aprendizaje así como los grupos deben estar divididas por nivel.
- Las unidades teórico-prácticas tienen un espacio para sus clases de práctica.
- Una unidad de aprendizaje no puede ser impartida más de una vez en el mismo grupo.
- Se debe priorizar que los profesores tengan la carga que deberían tener.

3.3.2. Requerimientos no funcionales

Estas son restricciones en los servicios o funciones que ofrece el sistema. Estos incluyen restricciones de tiempo, restricciones del proceso de desarrollo, y restricciones impuestas por estándares. Estos frecuentemente aplican a los sistemas como un todo, en vez de aplicar a características o servicios individuales del sistema.

A continuación se enlistan los requerimientos no funcionales con los que cumplirá el sistema.

Diseño

- **LaTeX:** El documento en donde se concentrará todo el análisis de este trabajo será LaTeX, desarrollado por Leslie Lamport en 1984. LaTeX es multiplataforma y está orientado a la creación de documentos escritos, de modo que, estos presentan una alta calidad tipográfica. La versión de LaTeX utilizada es LaTeX2e News Issue 27. [2]
- **Balsamiq Mockups:** Es una aplicación que facilita y agiliza la creación de bocetos. Esto nos permite crear las interfaces que muestran las gestiones del sistema. Balsamiq cuenta con una aplicación nativa para OS X (también Windows y Linux) y una versión web. La versión de Balsamiq Mockups utilizada es 3.5.15 para Windows. [3] [4]
- **StarUML:** Es una herramienta que permite modelar los estándares UML. StarUML nos permitirá diagramar los casos de uso y diagramas de paquetes del sistema. La versión de StarUML utilizada es 2.8.1 para Windows. [5]
- **HTML5:** (HyperText Markup Language) desarrollo a cargo del Consorcio W3C. El término representa dos conceptos diferentes: Se trata de una nueva versión de HTML, con nuevos elementos, atributos y comportamientos. Contiene un conjunto más amplio de tecnologías que permite a los sitios Web y a las aplicaciones ser más diversas y de gran alcance. [7]
- **CSS3:** Es la última evolución del lenguaje de las Hojas de Estilo en Cascada (Cascading Style Sheets). Trae consigo muchas novedades como las esquinas redondeadas, sombras, gradientes, transiciones o animaciones, y nuevos layouts como multi-columnas, cajas flexibles o maquetas de diseño en cuadrícula (grid layouts). [8]
- **JavaScript:** Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side). Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM). La versión de JS utilizada es ECMAScript 2016. [11]
- **Identidad gráfica:** En la figura 3.3 se muestra el entorno sobre el que se trabajan las pantallas del sistema, y a continuación se describe cada una de las secciones que la componen.

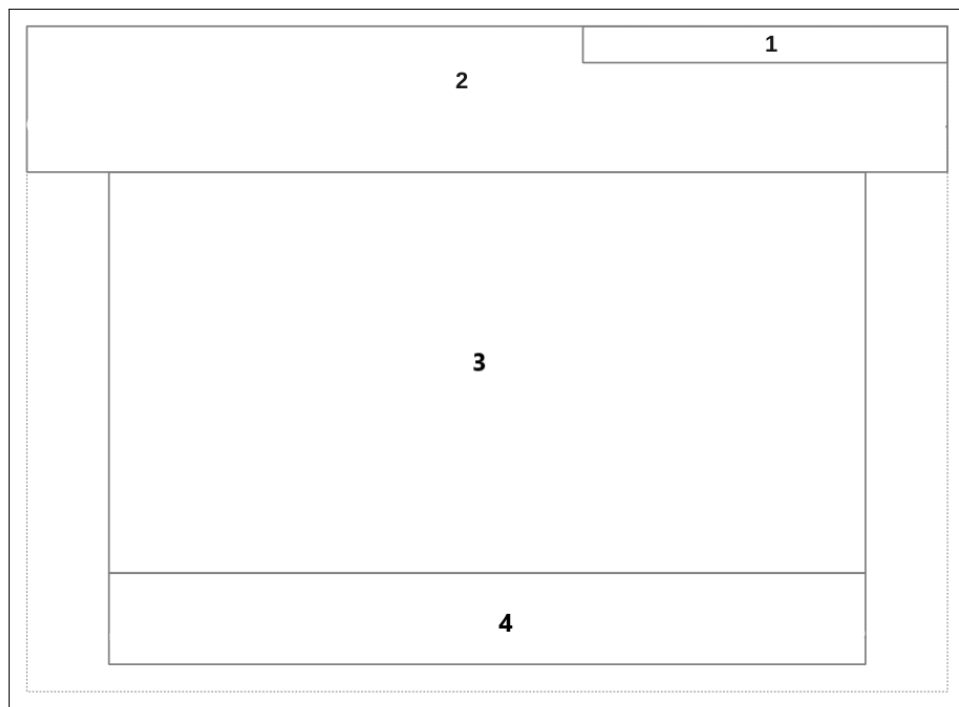


Figura 3.3: Entorno de trabajo del sistema

- Sección 1: se mostrará el usuario del actor que esté ingresando al sistema en ese momento.
- Sección 2: contiene el menú que nos permitirá navegar a través de la aplicación. Además, se mostrará el encabezado con los logos del IPN y de la ESCOM.
- Sección 3: representa el área de trabajo, en esta se mostrarán las gestiones, formularios de registros, etc.
- Sección 4: se destina este espacio para el footer, el cual destacará todo aquello que en la página web haya podido pasar desapercibido.

Construcción

- **Phyton:** En este lenguaje de programación diseñado por Guido Van Rossum en 1991, se desarrollará el algoritmo genético. Una de las ventajas que nos proporciona phyton es que es multiplataforma, es decir, puede implementarse e interoperar en múltiples plataformas. Se eligió este lenguaje debido a que es fácil aprenderlo y existe documentación que puede apoyar en este proceso. La versión de phyton utilizada es 3.5.0 [1]

A continuación se muestra una tabla en la que se agrupan las características, ventajas y desventajas de algunos lenguajes de programación.

Nombre	Características	Ventajas	Desventajas
RUBY	Orientado a objetos. Lenguaje de alto nivel. Sintaxis similar a Python y Perl. Lenguaje para la creación de aplicaciones de escritorio y aplicaciones web.	Portátil Desarrollo de bajo costo. Multiplataforma	Es relativamente nuevo y no cuenta con mucha documentación. No está muy difundido como otros lenguajes.
ASP.NET	Creada por Microsoft. De paga Orientado a objetos.	Controles de usuarios y personalizados. Fácil mantenimiento. Incremento en velocidad. Mayor seguridad.	Alto consumo de recursos.
Python	Permite la creación de todo tipo de programas incluso sitios web. No requiere de compilación es un código interpretado. Orientado a objetos. Portable Simple, legible y similar al idioma inglés.	Libre y código fuente abierto. Fácil mantenimiento.	Al ser interpretado, puede presentar una lentitud relativa. Multiplataforma
C++	Orientado a objetos	Ideal para sistemas robustos IDEs de desarrollo son DEV C++, BORLAND C, TURBO C. Multiplataforma Rápido	No soporta creación de aplicaciones web. Complejo visualmente.
Java	Orientado a objetos. Multiplataforma	Permite la creación de aplicaciones de escritorio, móviles y web.	Al ser interpretado, puede presentar una lentitud relativa.

- **Django:** Es un framework de desarrollo web que respeta el patrón de diseño conocido como Modelo–vista–template. Django pone énfasis en el re-uso, la conectividad y extensibilidad de componentes, el desarrollo rápido y el principio No te repitas (DRY, del inglés Don't Repeat Yourself) que promueve la reducción de la duplicación. La versión de django utilizada es 2.0.2 [6]

En la figura 3.4 se muestra la arquitectura utilizada por el framework Django.

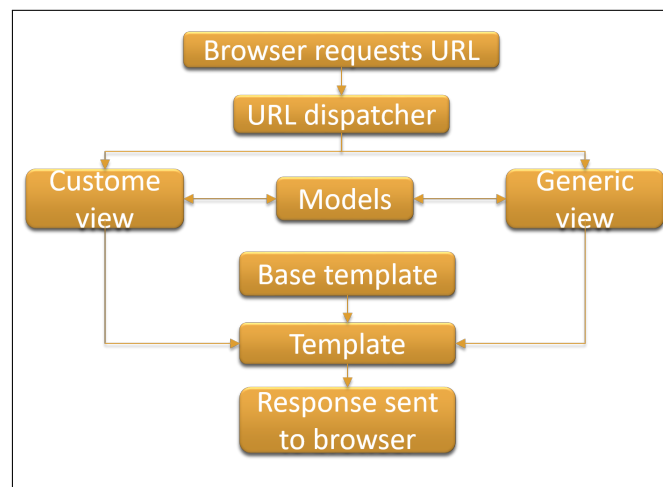


Figura 3.4: Arquitectura Django

La aplicación ocupa el patrón MTV (Modelo-Platilla-Vista), a continuación de describe en que consiste.

- **Modelo:** Es la fuente única y definitiva de los datos de nuestra aplicación que nos permite realizar operaciones con ellos. Dicho de otra forma, un modelo se entiende como una tabla de la base de datos que soporta nuestra aplicación. El gran beneficio que tenemos es el ORM (Object-Relational mapping), es decir, el mapeo objeto-relacional, del cual ya no tendremos que ocuparnos. Todos nuestros modelos extienden (heredan) de la clase `django.db.models.Model` Los modelos tienen atributos que se convierten en campos en las tablas de la base de datos.
- **Vista:** Es el elemento de nuestra aplicación donde ponemos la lógica de negocio así como las funciones necesarias de apoyo. Aquí se procesan las peticiones o solicitudes (request) que accederán al Modelo para poder obtener o entregar datos. La vista genera una respuesta, para el caso de Django se utiliza el método `render` para establecer la plantilla (template) de destino hacia dónde irán los datos. Dicho de otra forma, aquí se establece la lógica necesaria para devolver una respuesta (y que datos conforma dicha respuesta) hacia el cliente que la solicita.
- **Plantilla:** Es el elemento (documento HTML) que decide CÓMO se van a mostrar los datos devueltos por la vista. Cada plantilla obtiene una respuesta proveniente de la vista correspondiente y contiene la estructura necesaria para presentar los datos en la forma necesaria utilizando estilos CSS o brindando dinamismo a través de JavaScript.

Validación

- **Navegadores:** Se han elegido los siguientes navegadores con base en la estadística tomada de StatCounter. [9]



Figura 3.5: Estadística de los navegadores utilizados en México

En la figura 3.5 muestra que **Chrome** es el navegador más utilizado en México con un 76.05 % y se ha elegido por la popularidad que tiene. Por otro lado, se eligió como navegador alternativo **IE** con una utilización del 2.08 %, aunque este no es el más utilizado es el navegador que viene instalado por defecto en Windows.

- **Sistema de servidores:** En la figura 3.6 muestra la comunicación entre la interacción del cliente con el sistema alojado en el servidor y la base de datos.

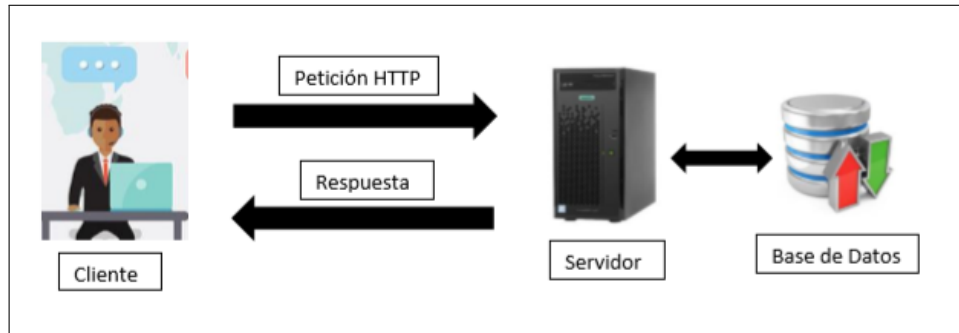


Figura 3.6: Comunicación del sistema

- **Sistema operativo usuarios:** En la figura 3.7 muestra que windows está posicionado como el sistema operativo más utilizado con un 81.73%. Se elige windows 10 de 64 bits como sistema operativo en el que será instalado el sistema debido a la popularidad que tiene y que dentro de la ESCOM es utilizado en su mayoría por el personal administrativo, nuestro principal usuario.

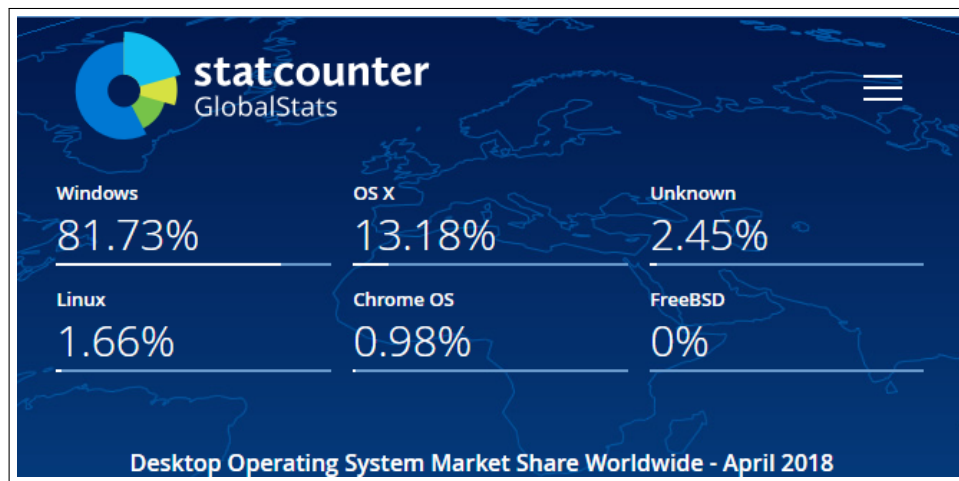


Figura 3.7: Estadística de los sistemas operativos utilizados en México

Propiedades no funcionales

- **Complejidad:** Se define como el grado en que un sistema de software o uno de sus componentes ha sido diseñado o implementado de forma que es difícil de entender y verificar. Este requerimiento en particular se satisface dividiendo el sistemas en partes pequeñas que sean sencillas de entender. De igual manera eliminamos las dependencias innecesarias entre los componentes del sistema. En la figura 3.8 muestra la forma en que se comunican los diferentes paquetes del sistema.

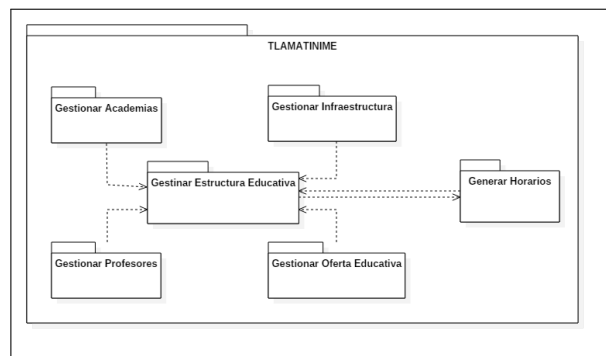


Figura 3.8: Comunicación entre paquetes

- **Portabilidad:** Habilidad de un sistema de ser ejecutado en distintas plataformas con modificaciones mínimas sin conflictuar las características funcionales y no funcionales. El sistema diseñado y sus componentes deben ser portables en plataformas GNU/Linux y Windows, con máquinas que presentan arquitecturas de 64 bits.
- **Escalabilidad:** Es la capacidad del sistema de ser adaptado para ajustarse a nuevos requerimientos. La escalabilidad no sólo cuida que el sistema pueda adaptarse a cambios en el alcance o en el tamaño, cuida también que pueda cambiar para ajustarse a nuevas funcionalidades solicitadas. Hace referencia a la capacidad del sistema de crecer sin desmejorar la calidad del servicio que presta. El diseño por módulos del sistema permite que sea escalable.
- **Documentación:** Se especificará el análisis y especificaciones de diseño en la documentación técnica, de modo que, esto permitirá que el sistema pueda ser mantenible.
- **Trazabilidad:** La información permite que se encuentren dependencias entre los requisitos y los componentes del diseño del sistema y la documentación. Así, la información permitirá evaluar los cambios de requerimientos.

Glosario de términos

Este capítulo describe los términos usados a lo largo del documento que tienen un significado singular en la Escuela Superior de Cómputo o el Sistema y que se consideran necesario definirlos para evitar ambigüedades o malos entendidos. La lista de términos se encuentra agrupada por áreas de conocimiento:

- **Términos técnicos:** Agrupa los términos que tienen que ver con el sistema.
- **Términos del negocio:** Agrupa los términos que tienen significado dentro de la Escuela Superior de Cómputo.

Para fines de este documento la siguiente lista de términos se debe interpretar como se describen en este capítulo.

4.1. Términos técnicos

En esta sección se definen los términos técnicos que se utilizan para describir el comportamiento del sistema.

Alfanumérico: Es un **tipo de dato** definido por el conjunto de caracteres numéricos y alfabéticos.

Atributo: Son las características que definen o identifican a una entidad en un conjunto de entidades.

Booleano: Es un **tipo de dato** que puede tomar los siguientes valores: verdadero ó falso (1 ó 0).

Cadena: Es el **tipo de dato** definido por cualquier valor que se compone de una secuencia de caracteres, con o sin acentos, espacios, dígitos y signos de puntuación. Existen tres tipos de cadenas: palabra, frase y párrafo.

Catálogo: Es una lista ordenada o clasificada de elementos relacionados.

Decimal: Es un **tipo de dato numérico**. Los números decimales son valores que denotan números racionales y la aproximación a números irracionales.



Entero: Es el **tipo de dato numérico** definido por todos los valores numéricos enteros, tanto positivos como negativos.

Entidad: Término genérico que se utiliza para determinar un ente el cual puede ser concreto, abstracto o conceptual por ejemplo: Unidad administrativa, entregable, persona, etc. Las entidades se caracterizan a través de atributos que personalizan a la entidad.

Fecha: Es un **tipo de dato** que indica un día único en referencia al calendario gregoriano. La fecha tiene el formato DD/MMM/YYYY, por ejemplo: 24/Mar/2013.

Fecha Corta: Es un **tipo de dato** que indica el mes y año calendario gregoriano. La fecha tiene el formato MM/AA, por ejemplo: 02/17.

Fecha Actual: Es un **tipo de dato** que indica el día presente en referencia al calendario gregoriano. La fecha tiene el formato DD/MMM/YYYY, por ejemplo: 22/Dic/2017.

Frase: Es un **tipo de dato** conformado por **palabras** y espacios.

Numérico: Es un **tipo de dato** que se compone de la combinación de los símbolos 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, y -. que expresan una cantidad en relación a su unidad.

Opcional: Es un elemento que el actor puede o no proporcionar en el formulario o la pantalla, su decisión no afectará la ejecución de la operación solicitada.

Palabra: Es un **tipo de dato cadena** conformado por el alfabeto y símbolos especiales como son #,-, \$, %, &, (,), etc y se caracteriza por no tener espacios.

Párrafo: Es un **tipo de dato** conformado por **frases**.

Requerido: Es un **tipo de dato** que debe proporcionarse de manera obligatoria. La ejecución de la operación solicitada dependerá de que se proporcione este dato.

Contraseña: Es un **tipo de dato** que se compone de 8 a 20 caracteres, al menos un carácter especial y una letra mayúscula; los caracteres especiales que pueden ser utilizados son ?, !, %, &.

Tipo de dato: Es el dominio o conjunto de valores que puede tomar un atributo de una **entidad** en el modelo de información. Los tipos de datos utilizados son: **palabra**, **frase**, **párrafo**, **numérico**, **fecha** y **booleano**.

CAPÍTULO 5

Modelo de negocio

El presente capítulo describe el modelo de negocios correspondiente al TLAMATINIME: Timetabling Problem, Prototipo de Optimización de Horarios en la ESCOM, el cual se conforma de los siguientes elementos:

- Modelo de información. En esta sección se presentan los atributos y relaciones de toda la información que contemplará el sistema en los módulos de Academias, Infraestructura, Oferta Educativa, Profesores y Estructura Educativa.

En la figura 5.1 se muestra el Modelo Entidad Relación del sistema.

- Reglas de negocio. Son las directivas destinadas a gobernar, guiar o influenciar el comportamiento de los procesos de negocio.

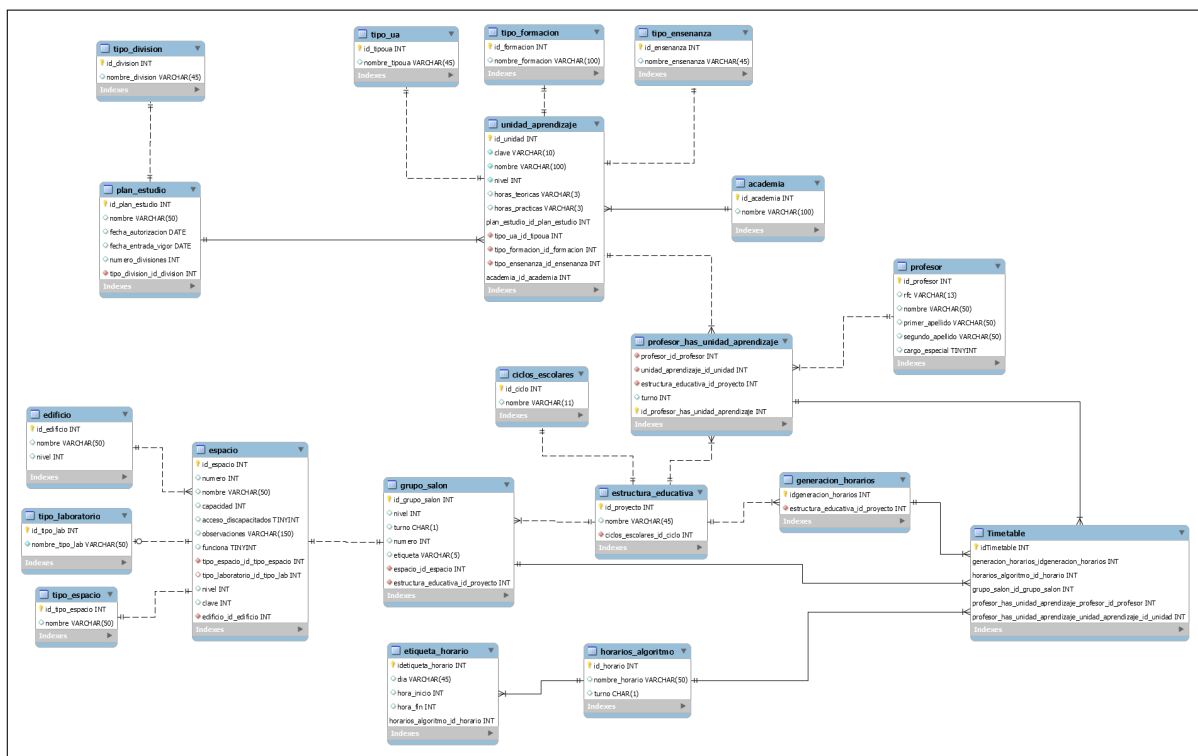


Figura 5.1: Modelo Entidad Relación del sistema.



5.1. Reglas de negocio

5.1.1. Reglas derivadas del sistema

RN-S1 Datos requeridos



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 1.0

Autor: José Antonio Ricardo Flores

Estatus: Terminado

Descripción: Los datos proporcionados al sistema que son marcados como requeridos con el caracter *, no se deben omitir.

RN-S2 Unicidad de elementos



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 1.0

Autor: José Antonio Ricardo Flores

Estatus: Edición

Descripción: En casos específicos, los datos proporcionados al sistema no se pueden duplicar ni registrar más de una vez.

5.1.2. Reglas derivadas del negocio

RN-N1 Número de niveles permitido para un edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un edificio podrá registrarse si y sólo si tiene como máximo 4 niveles.

RN-N2 Número de espacios permitido para un nivel de edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un nivel de un edificio sólo podrá tener como máximo 30 espacios.



RN-N3 Calculo de la clave de un espacio



Tipo: Derivación

Nivel: Calculo

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: La clave que se le asigna a un espacio estará dada por: Número del edificio + Número del nivel + Número del espacio.

Ejemplo: Un espacio tiene las siguientes características: Se encuentra en el edificio 1, en el nivel 1 y el número de espacio es 1.
Por lo tanto, la clave será: "1101".

RN-N4 Jefe de academia



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un jefe de academia sólo podrá ser un profesor con base.

RN-N5 Capacidad de un espacio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Para un espacio la capacidad máxima debe ser de 35 alumnos.

RN-N6 Eliminación de un espacio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un espacio no podrá ser eliminado si este ya fue asociado a un grupo.



RN-N7 Eliminación de un edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un edificio no podrá ser eliminado si ya se le ha registrado al menos un espacio en alguno de sus niveles.

RN-N8 Modificación de un espacio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un espacio no podrá ser modificado si este ya fue asociado a un grupo.

RN-N9 Modificación de un edificio



Tipo: Restricción

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Brenda Gómez Caballero

Estatus: Edición

Descripción: Un edificio no podrá ser modificado si ya se le ha registrado al menos un espacio en alguno de sus niveles.

RN-N10 Nombre del plan



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: El nombre del plan de estudios se conforma por la palabra plan concatenada al año en que el mismo fue aprobado.



RN-N11 Máquina de estados del plan de estudios



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: El plan de estudios puede encontrarse en alguno de los siguientes estados:

- Aprobación: Es el estado en que el plan está siendo modificado aún por lo que no se puede usar para los horarios.
- Aprobado: Es el estado en que el plan ha sido aceptado y podrá ser considerado para realizar los horarios de los períodos siguientes.
- Vigente: Es el estado en que el plan se encuentra siendo utilizado, este es el estado que utilizaremos para crear los horarios.
- Derogado: Es el estado en que el plan ha sido remplazado por uno otro y deja de ser utilizado para crear horarios.

RN-N12 Clave de Unidad de Aprendizaje



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: La clave de la unidad de aprendizaje se construye con la una letra que identifica el programa académico al que pertenece, seguido de el número correspondiente al nivel del plan de estudios al que pertenece y finalmente concatenado a un consecutivo de las unidades del nivel.

RN-N13 Tipo de unidad de aprendizaje



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: La unidad de aprendizaje puede ser de tipo obligatoria u optativa.



RN-N14 Tipo de formación



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: De acuerdo a las regulaciones del instituto, las unidades de aprendizaje pueden tener uno de los siguientes tipos de formación:

- Formación Institucional
- Formación Científica-Básica
- Formación Profesional
- Formación Terminal e Integración

RN-N15 Tipo de enseñanza



Tipo: Derivación

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: De acuerdo a las regulaciones del instituto, las unidades de aprendizaje pueden tener uno de los siguientes tipos de enseñanza:

- Teórica
- Práctica
- Teórica-Práctica

RN-N16 Horas de unidad de aprendizaje



Tipo: Habilitadora

Nivel: Controla la operación

Versión: 0.1

Autor: Carlos Aníbal Larios Moguel

Estatus: Edición

Descripción: Solo las unidades de aprendizaje pueden tener sus horas por semana divididas entre horas teóricas y prácticas, las unidades teóricas y las unidades prácticas tendrán toda su carga de horas asignadas a dicho tipo de enseñanza.



Modelo de comportamiento

6.1. Módulos del sistema

El sistema se encuentra organizado por módulos con la finalidad de agrupar y administrar de mejor manera los requerimientos funcionales del sistema. Dividir el sistema en módulos permite visualizar e identificar rápidamente aquellos aspectos funcionales que pueden tratarse conjuntamente.

- **Módulo Academias:** Agrupa los casos de uso que tienen que ver con la gestión de las academias existentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- **Módulo Infraestructura:** Agrupa los casos de uso que tienen que ver con la gestión de la infraestructura, la cual incluye la gestión de los edificios y espacios de la Escuela Superior de Cómputo.
- **Módulo Oferta Educativa:** Agrupa los casos de uso que permiten la gestión de la oferta educativa de la Escuela Superior de Cómputo, incluyendo la gestión de los planes de estudio y las unidades de aprendizaje.
- **Módulo Profesores:** Agrupa los casos de uso que permiten la gestión de los profesores que imparten las unidades de aprendizaje en la Escuela Superior de Cómputo.
- **Módulo Estructura Educativa:** Agrupa los casos de uso que permiten crear un proyecto para generar horarios y las restricciones que tendrán estos.

6.2. Actores del Sistema

Los actores son los perfiles asociados a las diversas áreas y/u organizaciones que intervienen en el proceso. Se han identificado los actores de acuerdo a las actividades y responsabilidades dentro del TLAMATINIME: Timetabling Problem, Prototipo de Optimización de Horarios en la ESCOM, los cuales se muestran en la figura ?? y se describen a continuación.



6.2.1. Subdirector Académico



Nombre: Subdirector Académico

Descripción:

Área: Subdirección Académica.

Responsabilidades:

- Registrar, modificar y eliminar las academias existentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar la infraestructura para la Escuela Superior de Cómputo, esto incluye a edificios y espacios.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar los planes de estudio vigentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar las unidades de aprendizaje ofertadas para el plan de estudio vigente.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar a los profesores que son los encargados de impartir las unidades de aprendizaje ofertadas en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar los proyectos para generar la Estructura Educativa.
- Ejecutar el algoritmo encargado de hacer los horarios.

Perfil:

- Persona que conoce el proceso de la Estructura Educativa.

Cantidad: Uno por la ESCOM

6.2.2. Capturista



Nombre: Capturista

Descripción:

Área: No existente.

Responsabilidades:

- Registrar, modificar y eliminar las academias existentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar la infraestructura para la Escuela Superior de Cómputo, esto incluye a edificios y espacios.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar los planes de estudio vigentes en la Escuela Superior de Cómputo.
- Registrar, modificar, eliminar y consultar las unidades de aprendizaje ofertadas para el plan de estudio vigente.



- Registrar, modificar, eliminar y consultar a los profesores que son los encargados de impartir las unidades de aprendizaje ofertadas en la Escuela Superior de Cómputo.

Perfil:

- Persona que captura información en el sistema.

Cantidad: Tres por la ESCOM.

6.2.3. Jefe de Departamento



Nombre: Jefe de Departamento

Descripción:

Área: Varias.

Responsabilidades:

- Registrar, modificar y consultar los proyectos para generar la Estructura Educativa.
- Ejecutar el algoritmo encargado de hacer los horarios.

Perfil:

- Persona que realiza parte de la creación del proyecto para generar la Estructura Educativa en el sistema.

Cantidad: El jefe de cada uno de los departamentos de la ESCOM.

6.3. Casos de Uso del módulo de Academias

La figura 6.1 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo gestionar academias, el cual conlleva el registro, edición, modificación tanto de las mismas.

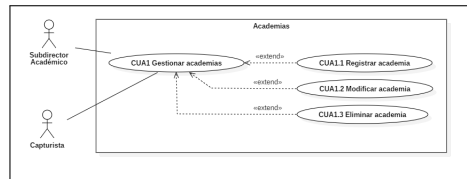


Figura 6.1: Diagrama de casos de uso del módulo Academias

6.4. Casos de Uso del módulo de Infraestructura

La figura 6.2 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo gestionar infraestructura, el cual conlleva el registro, modificación, consulta, eliminación de los edificios y el registro, modificación, consulta, eliminación de los espacios dentro de un edificio.

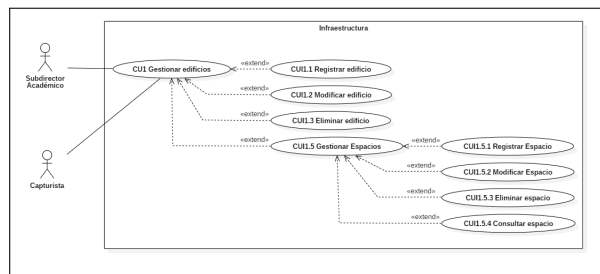


Figura 6.2: Diagrama de casos de uso del módulo Infraestructura

6.5. Casos de Uso del módulo de Oferta Educativa

La figura 6.3 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo gestionar oferta educativa, el cual conlleva el registro, modificación, consulta, eliminación de los planes de estudio y el registro, modificación, consulta, eliminación de las unidades de aprendizaje ofertadas en dicho plan de estudio.

6.6. Casos de Uso del módulo de Profesores

La figura 6.4 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo gestionar profesores, el cual conlleva el registro, modificación, eliminación y consulta de estos.

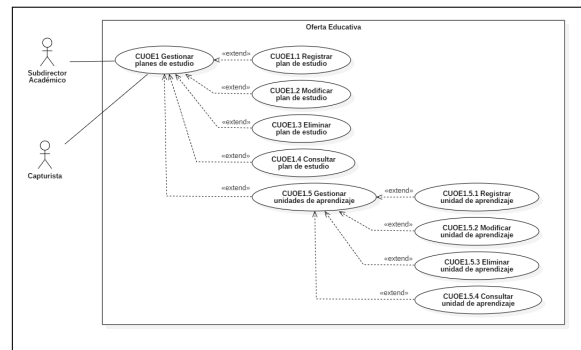


Figura 6.3: Diagrama de casos de uso del módulo Oferta Educativa

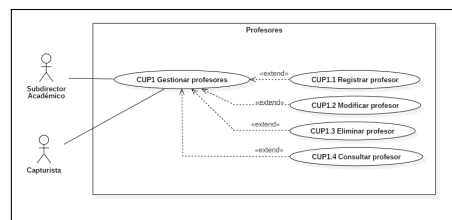


Figura 6.4: Diagrama de casos de uso del módulo Profesores

6.7. Casos de Uso del módulo de Estructura Educativa

La figura 6.5 muestra los casos de uso que integran la funcionalidad del módulo gestionar estructura educativa, el cual conlleva el registro, modificación, eliminación de la misma; el registro, modificación, consulta, eliminación de la asociación de profesores; el registro, modificación, consulta, eliminación de grupos; y la configuración y consulta del horario generado por el algoritmo.

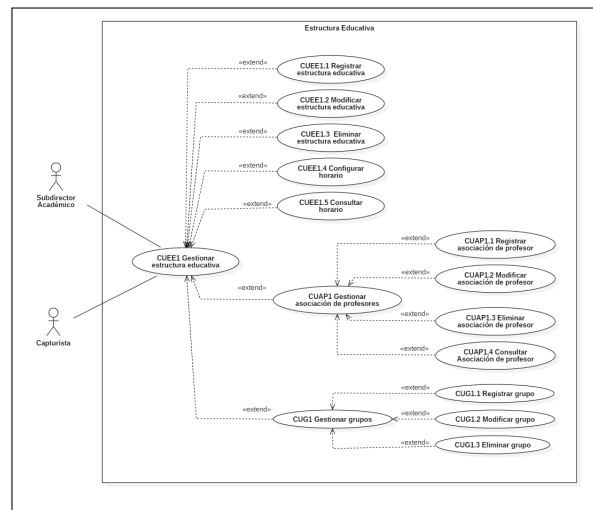


Figura 6.5: Diagrama de casos de uso del módulo Estructura Educativa

Prototipo 1: Academias

7.1. Modelo de información: Módulo Academias

7.1.1. Descripción general

En la figura 7.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo de academias.

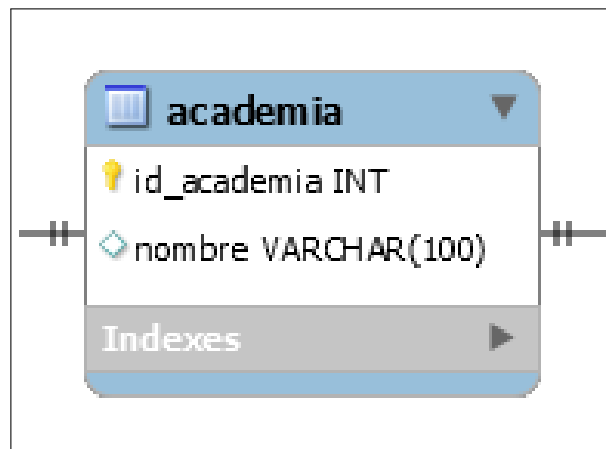


Figura 7.1: Modelo de información del módulo Academias.

7.1.2. Academia





Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra la academia. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 100 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | _.



7.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Academias

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación y eliminación de la información de las academias de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



7.3. CUA1 Gestionar academias



7.3.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva academia, visualizar, modificar y eliminar las academias existentes de la ESCOM. Esto permitirá saber cuales son las academias existentes y asignarlas a las Unidades de Aprendizaje.





7.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1 Gestionar academias
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizadas las academias disponibles en ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Nombre de la Academia.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



7.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Academias" del menú **Academias**.
 - 2  Obtiene el nombre de la academia.
 - 3  Ordena alfabéticamente las academias por el nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUA1 Gestionar Academias** con la información de las academias obtenidas e iconos
- - - Fin del caso de uso.

7.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva academia..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.1 Registrar academia.**

Causa de la extensión: El actor requiere modificar una academia previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.2 Modificar academia.**

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar una academia previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUA1.3 Eliminar academia.**



7.4. CUA1.1 Registrar academia



7.4.1. Resumen

Dentro de la ESCOM, las unidades de aprendizaje están coordinadas por academias. De igual modo, los profesores pertenecen a estas.

Permite al actor registrar una nueva academia para la ESCOM.

7.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1.1 Registrar academia
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Registrar una nueva academia para poder asignarla a una o más Unidades de Aprendizaje.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUA1 Gestionar Academias indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-S1 Datos requeridos● RN-S2 Unicidad de elementos



Caso de Uso:	CUA1.1 Registrar academia
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUA1.1 Registrar Academia indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUA1.1 Registrar Academia indicando que el nombre de la academia ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUA1 Gestionar academias.

7.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar una academia dando clic en el ícono de la pantalla IUA1 Gestionar Academias.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla IUA1.1 Registrar Academia.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que el nombre de la academia no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 7 Registra el nombre de la academia.
 - 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUA1 Gestionar Academias, indicando que la academia se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2 Muestra la pantalla IUA1 Gestionar Academias.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUA1.1 Registrar Academia.
- B-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre de la academia ya fue registrado.

- C-1 Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUA1.1 Registrar Academia.
- C-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



7.5. CUA1.2 Modificar academia



7.5.1. Resumen

Permite al actor modificar una academia previamente registrada, de este modo, la información correspondiente a esta se mantendrá actualizada.

7.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1.2 Modificar academia
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Edición
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Modificar una academia previamente registrada a fin de mantener actualizada la información de estas y poder asignarla con una o más Unidades de Aprendizaje y profesores.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Lo obtiene el sistema.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUA1 Gestionar Academia indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-S1 Datos requeridos● RN-S2 Unicidad de elementos



Caso de Uso:	CUA1.2 Modificar academia
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUA1.2 Modificar Academia indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUA1.2 Modificar Academia indicando que el nombre de la academia ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUA1 Gestionar academias .

7.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar una academia dando clic en el botón de la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.
 - 2 Obtiene la información de la academia previamente registrada.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla **IUA1.2 Modificar Academia**.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el nombre de la academia no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 8 Modifica el nombre de la academia.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**, indicando que la academia se modificó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2** Muestra la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUA1.2 Modificar Academia**.
- B-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre de la academia ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUA1.2 Modificar Academia**.
- C-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



7.6. CUA1.3 Eliminar academia



7.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar una academia previamente registrada que se registro por error o ya no desea utilizarse. Así, los registros de academias se mantendrán actualizados.









7.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUA1.3 Eliminar academia
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Eliminar una academia que fue registrada por error o que no se utilizará.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUA1 Gestionar Academias indicando que la academia se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que la academia no haya sido asociada con una o más Unidades de Aprendizaje.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUA1 Gestionar academias.



7.6.3. Trayectorias del caso de uso


Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar una academia dando clic en el botón  de la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**
- 2  Verifica que la academia no haya sido asociada a una o más Unidades de Aprendizaje. [Trayectoria A]
- 3  Solicita la confirmación a través del mensaje **MSG2 Eliminar Elemento**.
- 4  Confirma eliminar la academia oprimiendo el botón .
- 5  Elimina la academia.
- 6  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias** indicando que la academia se eliminó correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La academia ya fue asociada a una Unidad de Aprendizaje.

- A-1**  Muestra el mensaje **MSG5 No es posible eliminar un elemento** en la pantalla **IUA1 Gestionar Academias**.

- - - Fin del caso de uso.

7.7. Interfaces del módulo

7.7.1. IUA1 Gestionar Academias

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar las academias disponibles en la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar una nueva o modificar y eliminar las disponibles.

Diseño

En la figura 7.2 se muestra la pantalla "Gestionar Academias", por medio de la cual se muestra la información de las diferentes academias registradas. La pantalla muestra el nombre de la academia ordenados alfabéticamente.

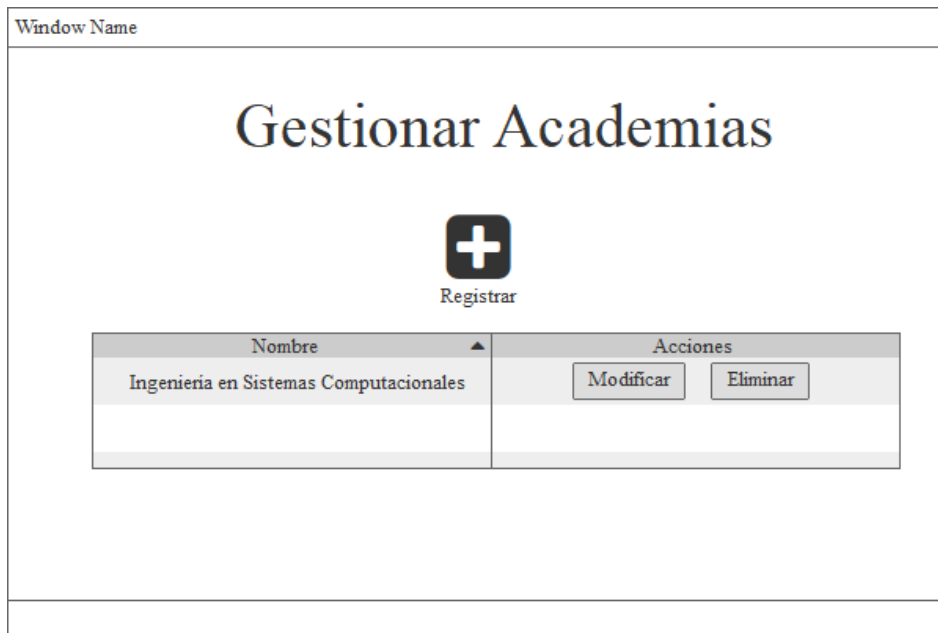




Figura 7.2: IUA1 Gestionar Academias

Comandos

- IURegistrar: Permite al actor registrar una nueva academia, dirige a la pantalla [IUA1.1 Registrar Academia](#).
-  : Permite al actor modificar el contenido de una academia previamente registrada, dirige a la pantalla [IUA1.2 Modificar Academia](#).
-  :: Permite al actor eliminar una academia previamente registrada, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).

7.7.2. IUA1.1 Registrar Academia

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar una nueva academia, con el fin de que a estas se les asignen unidades de aprendizaje y también, los profesores sean asignados a estas.



Diseño

En la figura 7.3 se muestra la pantalla "Registrar Academia", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar una academia.



Figura 7.3: IUA1.1 Registrar Academia

Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).
-  : Permite al actor cancelar el registro de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).

7.7.3. IUA1.2 Modificar Academia

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar una academia previamente registrada. Con esto, la información se mantendrá actualizada.

Diseño

En la figura 7.4 se muestra la pantalla "Modificar Academia", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar una academia.

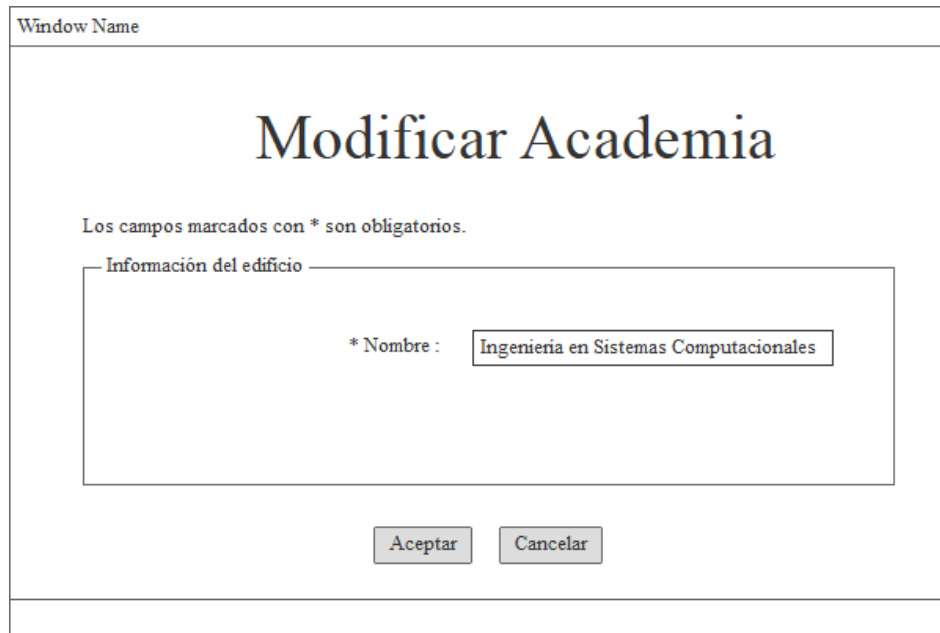




Figura 7.4: IUA1.2 Modificar Academia

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).
-  : Permite al actor cancelar la modificación de la academia, dirige a la pantalla [IUA1 Gestionar Academias](#).



7.8. Pruebas del módulo: Academias

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Academias.

Se considerarán:

- Trayectoria principal (T. P.).
- Trayectorias alternativas (T. A.).
- Reglas de negocio (R. N.).
- Mensajes (Msjs.).

7.8.1. Primer prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUA1: Gestionar Academias	Si	No	Si	Si
CUA1.1: Registrar Academia	Si	No	Si	Si
CUA1.2: Modificar Academia	Si	No	Si	Si
CUA1.3: Eliminar Academia	Si	No	Si	Si

7.8.2. Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUA1: Gestionar Academias	Si	Si	Si	Si
CUA1.1: Registrar Academia	Si	Si	Si	Si
CUA1.2: Modificar Academia	Si	Si	Si	Si
CUA1.3: Eliminar Academia	Si	Si	Si	Si



8.1. Modelo de información: Módulo Infraestructura

8.1.1. Módulo Edificios: Descripción general

En la figura 8.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Edificios.

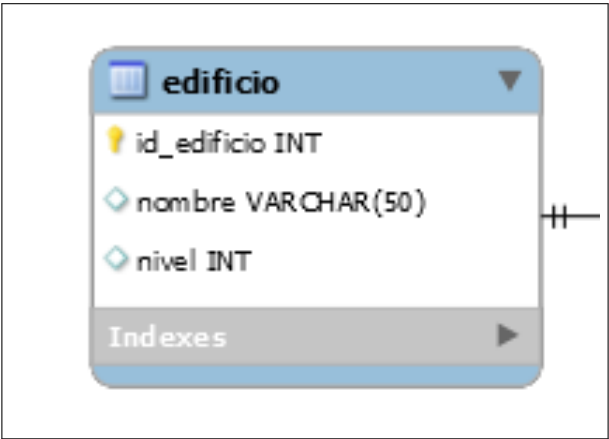


Figura 8.1: Modelo de información del módulo Edificios.

8.1.2. Edificio





Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra el edificio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | - | _ | .

Nivel Es el número de niveles totales que tiene el edificio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

8.1.3. Módulo Espacios: Descripción general

En la figura 8.2 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Espacios.

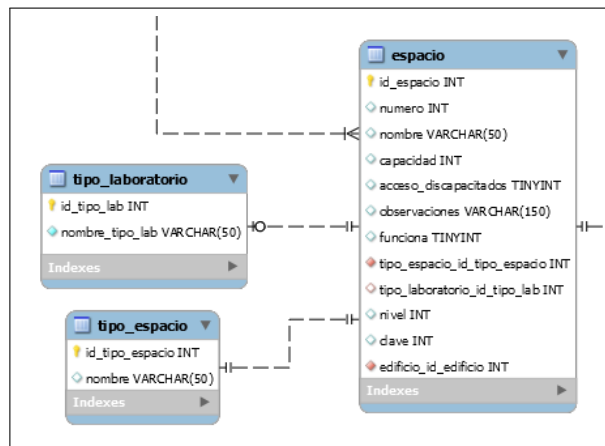


Figura 8.2: Modelo de información del módulo de Espacios.

8.1.4. Espacio



Atributos

Nivel Es el número que indica a que nivel del edificio corresponde el espacio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

Clave Es un número generado por la concatenación del número del edificio + número de nivel + el número del espacio. Es un valor **numérico** y este dato es calculado por el sistema. Este atributo es de 4 caracteres exactamente. Caracteres admitidos: [0-9].

Número Es el número que se le asigna al espacio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].



Nombre Es el nombre con el que se registra el espacio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | - | - | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | ..

Capacidad Es el número que define la capacidad de alumnos que permite el espacio. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

Acceso a discapacitados Indica si el espacio es accesible para las personas con capacidades diferentes. Indica "sí" o "no" y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Observaciones Es una frase . Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 150 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | - | - | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | ..

En función Indica si el espacio puede ser contemplado en la asignación de espacios para los grupos ofertados.. Indica "sí" o "no" y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

8.1.5. Tipo de laboratorio



Atributos

Tipo de laboratorio Es el tipo de laboratorio que es un espacio catalogado como laboratorio, como son:

- Computación
- Electrónica
- Física
- Programación
- Redes
- Sistemas

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

8.1.6. Tipo de espacio



Atributos

Tipo de espacio Es el tipo de espacio que se registra, como son:

- Aula
- Laboratorio

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



8.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Infraestructura

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación, consulta y eliminación de la información de la infraestructura de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



8.3. CUI1 Gestionar edificios



8.3.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo edificio, modificar y eliminar los registros de los edificios ya existentes para la ESCOM. Esto permitirá tener un control de la infraestructura de la escuela, y posteriormente se podrán registrar los espacios existentes.





8.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1 Gestionar edificios
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Tener un control de la infraestructura de la ESCOM y registrar los espacios existentes.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Nombre y Número de niveles del edificio.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



8.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Edificios" del menú **Edificios**.
 - 2  Obtiene el nombre y número de niveles del edificio.
 - 3  Ordena alfabéticamente los edificios por nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios** con la información de los edificios obtenida con los botones **Modificar**, **Eliminar** y **Espacios**, y el ícono **+**.
- - - Fin del caso de uso.

8.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo edificio..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.1 Registrar edificio.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un edificio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.2 Modificar edificio.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un edificio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.3 Eliminar edificio.

Causa de la extensión: El actor requiere gestionar los espacios del edificio en cuestión..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.5 Gestionar espacios.



8.4. CUI1.1 Registrar edificio



8.4.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo edificio que forma parte de la infraestructura de la ESCOM.

8.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.1 Registrar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Registrar un edificio que nos permitirá registrar los espacios.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Niveles: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-S1 Datos requeridos● RN-S2 Unicidad de elementos.



Caso de Uso:	CUI1.1 Registrar edificio
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.1 Registrar Edificio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.1 Registrar Edificio indicando que el nombre del edificio ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1 Gestionar Edificios .

8.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un edificio dando clic en el ícono de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
- 2 Solicita la información a través de la pantalla **IUI1.1 Registrar Edificio**.
- 3 Completa la información solicitada.
- 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
- 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
- 6 Verifica que el nombre del edificio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
- 7 Registra el nombre y número de niveles del edificio.
- 8 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**, indicando que el edificio se registró correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2** Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.1 Registrar Edificio**.
- B-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre del edificio ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.1 Registrar Edificio**.
- C-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



8.5. CUI1.2 Modificar edificio



8.5.1. Resumen

Permite al actor modificar un edificio previamente registrado y así mantener actualizada la infraestructura de la ESCOM.

8.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.2 Modificar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Mantener actualizada la información de la infraestructura de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Niveles: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Lo obtiene el sistema.• Niveles: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios indicando que la modificación se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos.



Caso de Uso:	CUI1.2 Modificar edificio
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.2 Modificar Edificio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.2 Modificar Edificio indicando que el nombre del edificio ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1 Gestionar Edificios .

8.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar un edificio oprimiendo el botón de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
 - 2 Obtiene el nombre y número de niveles del edificio previamente registrados.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla **IUI1.2 Modificar Edificio** con la información obtenida.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el nombre del edificio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 8 Modifica el nombre y número de niveles del edificio.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**, indicando que el edificio se modificó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2** Muestra la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.2 Modificar Edificio**.
- B-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre del edificio ya fue registrado.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.2 Modificar Edificio**.
- C-2** Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



8.6. CUI1.3 Eliminar edificio



8.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar un edificio que se registró por error o ya no desea utilizarse.









8.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.3 Eliminar edificio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Eliminar un edificio que fue registrado por error o que ya no será utilizado.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1 Gestionar Edificios indicando que el edificio se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que no se haya registrado algún espacio al edificio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1 Gestionar Edificios.




8.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un edificio oprimiendo el botón  de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
 - 2  Verifica que el edificio no tenga un espacio asociado. **[Trayectoria A]**
 - 3  Solicita la confirmación para eliminar el edificio a través del mensaje **MSG2 Eliminar Elemento**.
 - 4  Confirma eliminar el edificio oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el edificio
 - 6  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios** indicando que el edificio se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: *El edificio ya tiene un espacio registrado.*

- A-1**  Muestra el mensaje **MSG5 No es posible eliminar un elemento** en la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**, indicando que el edificio ya tiene un espacio registrado.
- - - Fin del caso de uso.



8.7. CUI1.5 Gestionar Espacios



8.7.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo espacio, visualizar, modificar y eliminar los espacios existentes de la ESCOM. Esto permitirá saber cuales son los espacios existentes dentro de los Edificios.

8.7.2. Descripción









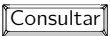

Caso de Uso:	CUI1.5 Gestionar Espacios
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Anibal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	02 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Mantener actualizados los espacios disponibles en ESCOM para asociarlos a los grupos.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Edificio: Nombre del edificio.• Nivel: Niveles del edificio.• Tabla que muestra: Clave, Nombre, y Capacidad del espacio.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno



Caso de Uso:	CUI1.5 Gestionar Espacios
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1 Gestionar edificios.

8.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita gestionar los espacios oprimiendo el botón  de la pantalla **IUI1 Gestionar Edificios**.
 - 2  Obtiene el nombre y número de niveles del edificio.
 - 3  Obtiene la clave, nombre y capacidad de los espacios contenidos en dicho edificio y nivel.
 - 4  Ordena los espacios de forma ascendente de acuerdo a su clave.
 - 5  Muestra la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios** con la información de los espacios obtenidos y los botones  ,  y  , y el ícono  .
- - - - Fin del caso de uso.

8.7.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo espacio..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.5.1 Registrar espacio.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un espacio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.5.2 Modificar espacio.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un espacio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.5.3 Eliminar espacio.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar la información de un espacio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUI1.5.4 Consultar espacio.



8.8. CUI1.5.1 Registrar Espacio



8.8.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo espacio ubicado en un nivel de un edificio de la ESCOM.

8.8.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.5.1 Registrar Espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	2/Abril/2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Registrar un nuevo espacio para poder asignarlo un grupo.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nivel: Se selecciona de una lista.● Número: Se selecciona de una lista.● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Capacidad: Se selecciona de una lista.● Tipo de espacio: Se selecciona de una lista.● Tipo de laboratorio: Se selecciona de una lista.● Acceso a discapacitados: Se selecciona de una lista.● ¿Puede ser utilizado?: Se selecciona de una lista.● Observaciones: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Edificio: Nombre del edificio.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que el registro se realizó correctamente.



Caso de Uso:	CUI1.5.1 Registrar Espacio
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.5.1 Registrar Espacio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.5.1 Registrar Espacio indicando que el nombre de espacio ya existe.• MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que no se puede registrar un espacio debido a que no se ha registrado al menos un tipo de laboratorio.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1.5 Gestionar espacios.

8.8.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un espacio dando clic en el ícono de la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
 - 2 Verifica que exista al menos un tipo de laboratorio registrado. [Trayectoria A]
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla IUI1.5.1 Registrar Espacio.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria C]
 - 7 Verifica que no exista un espacio registrado con el mismo nombre, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
 - 8 Registra la información del espacio.
 - 9 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios, indicando que el espacio se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo 'Tipo de laboratorio' no tiene información.

- A-1 Muestra el mensaje MSG7 No existe información necesaria en el sistema en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- B-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- B-2 Muestra la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.



- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa C:

Condición: *No se completaron los campos obligatorios.*

C-1  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.5.1 Registrar Espacio**.

C-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: *El nombre del espacio ya fue registrado.*

D-1  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.5.1 Registrar Espacio**.

D-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



8.9. CUI1.5.2 Modificar Espacio



8.9.1. Resumen

Permite al actor modificar un espacio previamente registrado en un nivel de un edificio de la ESCOM.

8.9.2. Descripción













Caso de Uso:	CUI1.5.2 Modificar Espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Modificación
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	2/Abril/2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Modificar la información de un espacio a fin de que este actualizada para poder asignarlo a un grupo.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nivel: Se selecciona de una lista.• Número: Se selecciona de una lista.• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Capacidad: Se selecciona de una lista.• Tipo de espacio: Se selecciona de una lista.• Tipo de laboratorio: Se selecciona de una lista.• Acceso a discapacitados: Se selecciona de una lista.• ¿Puede ser utilizado?: Se selecciona de una lista.• Observaciones: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUI1.5.2 Modificar Espacio
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Edificio: Nombre del edificio.• Nivel: Lo obtiene el sistema.• Número: Lo obtiene el sistema.• Nombre: Lo obtiene el sistema.• Capacidad: Lo obtiene el sistema.• Tipo de espacio: Lo obtiene el sistema.• Tipo de laboratorio: Lo obtiene el sistema.• Acceso a discapacitados: Lo obtiene el sistema.• ¿Puede ser utilizado?: Lo obtiene el sistema.• Observaciones: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que se modificó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUI1.5.2 Modificar Espacio indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUI1.5.2 Modificar Espacio indicando que el nombre de espacio ya existe.• MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que no se puede modificar un espacio debido a que no se ha registrado al menos un tipo de laboratorio.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1.5 Gestionar espacios.

8.9.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita modificar un espacio oprimiendo el botón  de la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
- 2  Verifica que exista al menos un tipo de laboratorio registrado. [Trayectoria A]
- 3  Carga la información previamente registrada del espacio seleccionado.
- 4  Solicita la información a través de la pantalla IUI1.5.1 Modificar Espacio.
- 5  Completa la información solicitada.
- 6  Solicita modificar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria B]
- 7  Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria C]
- 8  Verifica que no exista un espacio registrado con el mismo nombre, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
- 9  Modifica la información del espacio.
- 10  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios, indicando que la información del espacio se modificó correctamente.



- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo 'Tipo de laboratorio' no tiene información.

A-1  Muestra el mensaje **MSG7 No existe información necesaria en el sistema** en la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

B-1  Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .

B-2  Muestra la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa C:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

C-1  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUI1.5.2 Modificar Espacio**.

C-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: El nombre del espacio ya fue registrado.

D-1  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUI1.5.2 Modificar Espacio**.

D-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



8.10. CUI1.5.3 Eliminar espacio



8.10.1. Resumen

Permite al actor eliminar un espacio previamente registrado que haya sido registrado por error o que ya no se desea utilizar.









8.10.2. Descripción

Caso de Uso:	CUI1.5.3 Eliminar espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	02 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Eliminar una espacio que fue registrado por error o que no se utilizará más.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios indicando que el espacio se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que el espacio no haya sido asociado a algún grupo.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1.5 Gestionar espacios.




8.10.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un espacio oprimiendo el botón  de la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**
 - 2  Verifica que el espacio no haya sido asociado a uno o más grupos. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje **MSG2 Eliminar Elemento**.
 - 4  Confirma eliminar el espacio oprimiendo el botón  .
 - 5  Elimina el espacio.
 - 6  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios** indicando que el espacio se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: *El espacio ya fue asociado a un grupo.*

- A-1**  Muestra el mensaje **MSG5 No es posible eliminar un elemento** en la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.
- - - Fin del caso de uso.



8.11. CUI1.5.4 Consultar espacio



8.11.1. Resumen

Permite al actor consultar la información de un espacio previamente registrado para un nivel de un edificio.

8.11.2. Descripción







Caso de Uso:	CUI1.5.4 Consultar espacio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Carlos Aníbal Larios Moguel
Evaluador:	
Operación:	Consulta
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	2-Abril-2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Consultar la información de un espacio registrado.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• No aplica



Caso de Uso:	CUI1.5.4 Consultar espacio
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre.• Nivel.• Número.• Clave.• Nombre.• Capacidad.• Tipo de espacio.• Tipo de laboratorio.• Acceso a discapacitados.• ¿Puede ser utilizado?.• Observaciones.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• No aplica.
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• No aplica.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUI1.5 Gestionar espacios.

8.11.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar un espacio oprimiendo el botón  de la pantalla IUI1.5 Gestionar Espacios.
 - 2  Obtiene el nombre del edificio, toda la información de la entidad Espacio, Tipo laboratorio y Espacio.
 - 3  Muestra la pantalla IUI1.5.4 Consultar Espacio con la información obtenida.
 - 4  Solicita terminar la consulta oprimiendo el botón .
- - - Fin del caso de uso.

8.12. Interfaces del módulo

8.12.1. Edificios

8.12.2. IUI1 Gestionar Edificios

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los edificios registrados para la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar uno nuevo o modificar, consultar y eliminar los disponibles.

Diseño

En la figura 8.3 se muestra la pantalla "Gestionar Edificios", por medio de la cual se muestra la información de los diferentes edificios registrados. La pantalla muestra el nombre y número de niveles del edificio, ordenados alfabéticamente por el nombre del edificio.

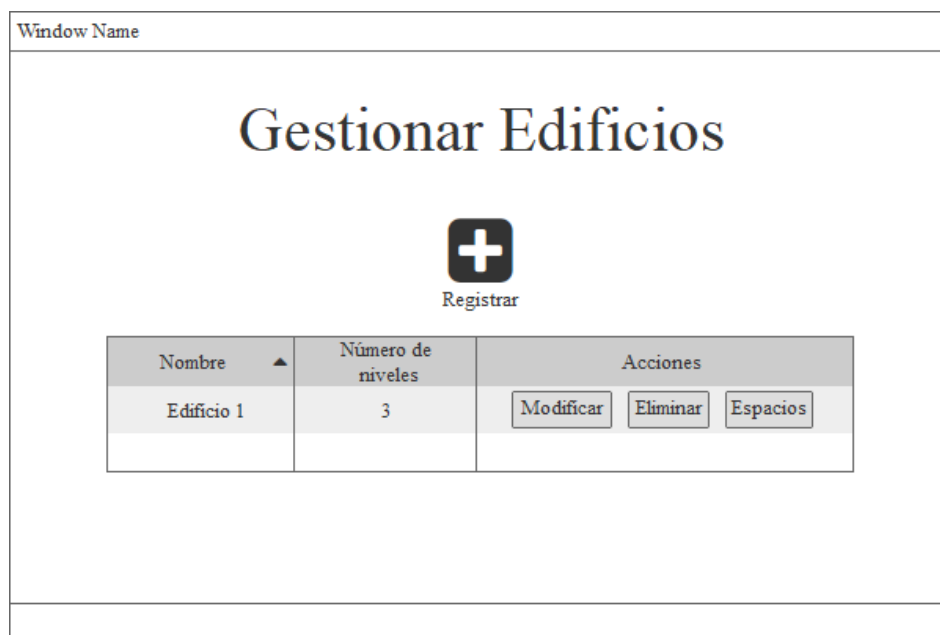





Figura 8.3: IUI1 Gestionar Edificios

Comandos

-  : Permite al actor registrar un nuevo edificios, dirige a la pantalla [IUI1.1 Registrar Edificio](#).
-  : Permite al actor modificar el contenido de un edificio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.2 Modificar Edificio](#).
-  : Permite al actor eliminar un edificio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).

- **Consultar** : Permite al actor consultar la información de un edificio previamente registrado, dirige a la pantalla **IUI1.4 Consultar Edificio**.
- **Espacios** : Permite al actor gestionar los espacios contenidos dentro de un edificio, dirige a la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

8.12.3. IUI1.1 Registrar Edificio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar un nuevo espacio. Así, los edificios estarán disponibles para registrar los espacios necesarios.

Diseño

En la figura 8.4 se muestra la pantalla "Registrar Espacio", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un espacio.

Window Name

Registrar Edificio

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del edificio

* Nombre :

* Niveles :

Aceptar Cancelar

Figura 8.4: IUI1.1 Registrar Edificio

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar el registro del edificio, dirige a la pantalla **IUI1 Gestionar Edificio**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro del edificio, dirige a la pantalla **IUA1 Gestionar Edificio**.

8.12.4. IUI1.2 Modificar Edificio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un edificio previamente registrado, con el fin de que este actualizada.



Diseño

En la figura 8.5 se muestra la pantalla "Modificar Edificio", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar un edificio.



Figura 8.5: IUI1.2 Modificar Edificio

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación del edificio, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).
-  : Permite al actor cancelar la modificación del edificio, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).

8.12.5. Espacios

8.12.6. IUI1.5 Gestionar Edificios

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los espacios disponibles en un edificio de la ESCOM, teniendo la posibilidad de registrar uno nuevo o modificar y eliminar los disponibles.

Diseño

En la figura 8.6 se muestra la pantalla "Gestionar Espacios", por medio de la cual se muestra la información de los diferentes espacios registrados. La pantalla muestra el nombre del edificio al que pertenecen, el nivel en el que se encuentra y la clave, nombre y capacidad del espacio, ordenados de forma ascendente por su clave.

	Clave	Nombre	Capacidad	Acciones
Nivel 1	1001	Sin Nombre	30	Modificar Eliminar Consultar
Nivel 2				
Nivel 3				

Figura 8.6: IUI1.5 Gestionar Espacios

Comandos

- : Permite al actor registrar un nuevo espacio, dirige a la pantalla [IUI1.5.1 Registrar Espacio](#).
- : Permite al actor modificar el contenido de un espacio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.5.2 Modificar Espacio](#).
- : Permite al actor eliminar un espacio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.5 Gestionar Espacios](#).
- : Permite al actor consultar la información de un espacio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUI1.5.4 Consultar Espacio](#).
- : Permite al actor volver a la gestión de edificios, dirige a la pantalla [IUI1 Gestionar Edificios](#).



8.12.7. IUI1.5.1 Registrar Espacio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar un nuevo espacio para un nivel dentro de un edificio de la ESCOM.

Diseño

En la figura 8.7 se muestra la pantalla "Registrar Espacio", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un espacio.

Window Name

Registrar Espacio

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del espacio

Edificio : Edificio 1

Nivel : 1

* Número : 1

* Nombre :

* Capacidad : 30

* Tipo de espacio : ☐ Aula ☒ Laboratorio

Tipo de laboratorio : Computación

- Electrónica
- Física
- Programación
- Redes
- Sistemas

* Acceso a discapacitados : ☐ Si ☐ No

* ¿Puede ser utilizado? : ☐ Si ☐ No



Observaciones :

Aceptar Cancelar

Figura 8.7: IUI1.5.1 Registrar Espacio



Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro del espacio, dirige a la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.
-  : Permite al actor cancelar el registro del espacio, dirige a la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

8.12.8. IUI1.5.2 Modificar Espacio



Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un espacio previamente registrado.

Diseño

En la figura 8.8 se muestra la pantalla "Modificar Espacio", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar un espacio previamente registrada.

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación del espacio, dirige a la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.
-  : Permite al actor cancelar la modificación del espacio, dirige a la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.

8.12.9. IUI1.5.4 Consultar Espacio


Objetivo

Esta pantalla permite al actor consultar la información de un espacio previamente registrado.

Diseño

En la figura 8.9 se muestra la pantalla "Consultar Espacio", a través de la cual se muestra la información registrada de un espacio para un nivel de un edificio dado.

Comandos

-  : Permite al actor terminar la consulta, dirige a la pantalla **IUI1.5 Gestionar Espacios**.



Window Name

Modificar Espacio

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del espacio

Edificio : Edificio 1

Nivel : 1

* Número : 1

* Nombre : Sistemas II

* Capacidad : 30

* Tipo de espacio : ☐ Aula ☒ Laboratorio

Tipo de laboratorio :
Sistemas
Electrónica
Física
Programación
Redes
Sistemas

* Acceso a discapacitados : ☐ Si ☒ No

* ¿Puede ser utilizado? : ☒ Si ☐ No

Observaciones : El laboratorio podría tener una ocupación de 38 alumnos.

Aceptar Cancelar

Figura 8.8: IUI1.5.2 Modificar Espacio



Window Name

Consultar Espacio

Edificio : Edificio 1

Nivel : 1

Clave : 1001

Nombre : Sin nombre

Capacidad : 30

Tipo de espacio : Aula

Acceso a discapacitados : Si

¿Puede ser utilizado? : Si

Observaciones : El salón podría tener una ocupación de 38 alumnos.

Regresar

Figura 8.9: IUI1.5.4 Consultar Espacio

8.13. Pruebas del módulo: Infraestructura

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Infraestructura. En esta se incluyen las hechas a los edificios y espacios.

Se considerarán:

- Trayectoria principal (T. P.).
- Trayectorias alternativas (T. A.).
- Reglas de negocio (R. N.).
- Mensajes (Msjs.).

8.13.1. Edificio

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUI1: Gestionar Edificios	Si	No	Si	Si
CUI1.1: Registrar Edificio	Si	No	Si	Si
CUI1.2: Modificar Edificio	Si	No	Si	Si
CUI1.3: Eliminar Edificio	Si	No	Si	Si
CUI1.4: Consultar Edificio	Si	No	-	-



Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUI1: Gestionar Edificios	Si	Si	Si	Si
CUI1.1: Registrar Edificio	Si	Si	Si	Si
CUI1.2: Modificar Edificio	Si	Si	Si	Si
CUI1.3: Eliminar Edificio	Si	Si	Si	Si
CUI1.4: Consultar Edificio	Si	Si	-	-

8.13.2. Espacio

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUI1.5: Gestionar Espacios	Si	No	Si	Si
CUI1.5.1: Registrar Espacio	Si	No	Si	Si
CUI1.5.2: Modificar Espacio	Si	No	Si	Si
CUI1.5.3: Eliminar Espacio	Si	No	Si	Si
CUI1.5.4: Consultar Espacio	Si	No	-	-

Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUI1.5: Gestionar Espacios	Si	Si	Si	Si
CUI1.5.1: Registrar Espacio	Si	Si	Si	Si
CUI1.5.2: Modificar Espacio	Si	Si	Si	Si
CUI1.5.3: Eliminar Espacio	Si	Si	Si	Si
CUI1.5.4: Consultar Espacio	Si	Si	-	-



Prototipo 3: Oferta educativa

9.1. Modelo de información: Módulo Oferta Educativa

9.1.1. Módulo Plan de Estudio: Descripción general

En la figura 9.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Plan de estudio.

9.1.2. Plan de estudio



Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra el edificio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | - | - | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | _.

Fecha de autorización Es el día en el que el plan de estudio fue autorizado. Especifica una **fecha** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Fecha de entrega en vigor Es el día en el que el plan de estudio entra en vigor. Especifica una **fecha** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Divisiones De acuerdo al tipo de división, indica cuantas divisiones tiene el plan de estudio.. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

9.1.3. Tipo de division



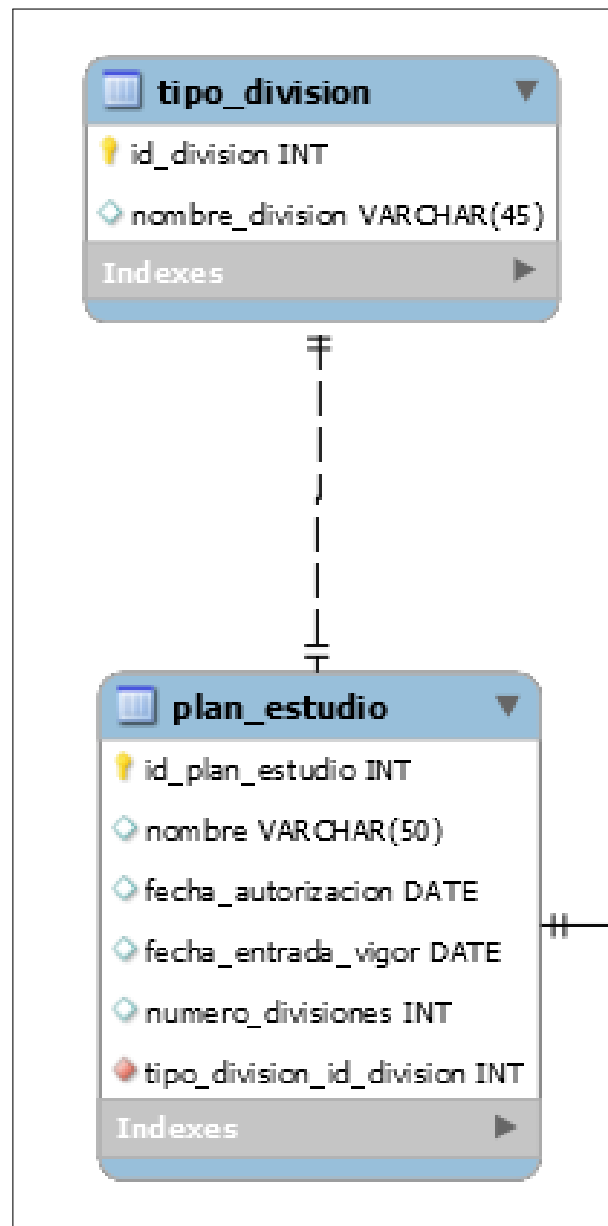


Figura 9.1: Modelo de información del módulo Plan de estudio.

Atributos

División Es el tipo de division que tiene el plan de estudio, como son:

- Semestres
- Nivel

. Es un catálogo y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

9.1.4. Módulo Unidad de Aprendizaje: Descripción general

En la figura 9.2 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Unidad de Aprendizaje.

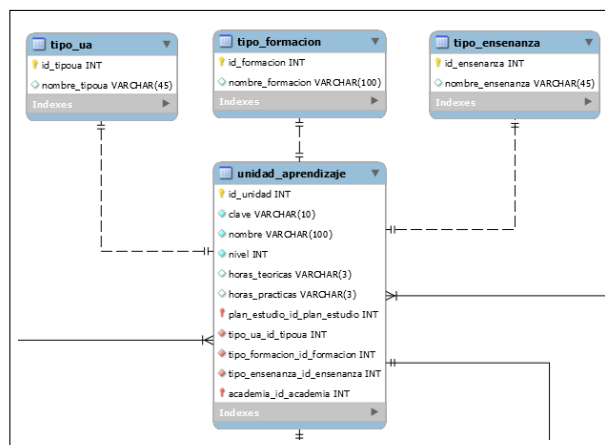


Figura 9.2: Modelo de información del módulo Unidad de Aprendizaje.

9.1.5. Unidad de aprendizaje



Atributos

Clave Es la clave asignada a la unidad de aprendizaje como única. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 10 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9].

Nombre Es el nombre con el que se registra la unidad de aprendizaje. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 100 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9] | - | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | ..

Nivel Es el número del nivel al que pertenece la unidad de aprendizaje. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener al menos 1 caracteres y a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: [0-9].

Horas teóricas Es el número de horas teóricas de la unidad de aprendizaje. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 3 caracteres. Caracteres admitidos: [1-9] | ..



Horas prácticas Es el número de horas prácticas de la unidad de aprendizaje. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 3 caracteres. Caracteres admitidos: [1-9] | ..

9.1.6. Tipo de unidad de aprendizaje



Atributos

Tipo de ua Indica el tipo de unidad de aprendizaje, los posibles tipos son:

- Obligatoria
- Optativa

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

9.1.7. Tipo de formación



Atributos

Tipo de espacio Es el tipo de formación que tiene la unidad de aprendizaje, como son:

- Formación Institucional
- Formación Científica-Básica
- Formación Profesional
- Formación Terminal e Integral

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

9.1.8. Tipo de enseñanza



Atributos

Tipo de enseñanza Es el tipo de enseñanza que tiene la unidad de aprendizaje, como son:

- Teórico
- Práctica
- Teórica-Prácticas

. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



9.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Oferta Educativa

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación, consulta y eliminación de la información de los planes de estudio y de las unidades de aprendizaje correspondientes al programa Académico Ingeniería en Sistemas Computacionales de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



9.3. CUOE1 Gestionar planes de estudio



9.3.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo plan de estudio, consultar, modificar y eliminar los planes de estudio ya registrados para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales. Con esto, el actor podrá registrar las unidades de aprendizaje de dicha oferta.



9.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1 Gestionar planes de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluable:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluable:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Llevar un control de los planes de estudio para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Tabla que muestra: Nombre del plan de estudio.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Primario



9.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Planes de Estudio" del menú **Planes de estudio**.
 - 2  Obtiene el nombre de los planes de estudio registrados en el sistema.
 - 3  Ordena alfabéticamente los planes de estudio por medio del nombre.
 - 4  Muestra la pantalla **IUOE1 Gestionar Planes de Estudio** con la información obtenida con los botones **Modificar**, **Eliminar**, **Consultar** y **Unidades Aprendizaje**, y el ícono **+**.
- - - Fin del caso de uso.

9.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo plan de estudio..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.1 Registrar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un plan de estudio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.2 Modificar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un plan de estudio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.3 Eliminar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar un plan de estudio previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.4 Consultar plan de estudio.

Causa de la extensión: El actor requiere gestionar unidades de aprendizaje de un plan de estudio..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje.



9.4. CUOE1.1 Registrar plan de estudio



9.4.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo plan de estudio para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, el cual se oferta en la ESCOM.

9.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.1 Registrar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Tener un registro de un plan de estudio que oferta el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, dando pauta al registro de las unidades de aprendizaje que lo componen.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del plan: Se escribe desde el teclado.• Estado: Se selecciona de una lista.• Tipo división: Se selecciona de una lista.• Fecha autorización: Se selecciona de un calendario.• Fecha entrada en vigor: Se selecciona de un calendario.• Número de divisiones: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que el registro se realizó correctamente.



Caso de Uso:	CUOE1.1 Registrar plan de estudio
Precondiciones:	• Ninguna
Postcondiciones:	• Ninguna
Reglas de negocio:	• RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio indicando que faltan campos obligatorios por completar. • MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio indicando que el nombre del plan de estudio ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUOE1 Gestionar planes de estudio.

9.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un plan de estudio dando clic en el ícono de la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- 2 Solicita la información a través de la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio.
- 3 Completa la información solicitada.
- 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
- 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
- 6 Verifica que el nombre del plan de estudio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
- 7 Registra la información del plan de estudio.
- 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio, indicando que el plan de estudio se registró correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2 Muestra la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.



- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio.
- B-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



Trayectoria alternativa C:

Condición: *El nombre del plan de estudio ya fue registrado.*

- C-1**  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio**.
- C-2**  Regresa al paso **3** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



9.5. CUOE1.2 Modificar plan de estudio



9.5.1. Resumen

Permite al actor modificar un plan de estudio para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, el cual se oferta en la ESCOM.

9.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.2 Modificar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizado el registro del plan de estudio, evitando tener información errónea.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre del plan: Se escribe desde el teclado.● Estado: Se selecciona de una lista.● Tipo división: Se selecciona de una lista.● Fecha autorización: Se selecciona de un calendario.● Fecha entrada en vigor: Se selecciona de un calendario.● Número de divisiones: Se selecciona de una lista.



Caso de Uso:	CUOE1.2 Modificar plan de estudio
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales.● Nombre del plan: Lo obtiene el sistema.● Estado: Lo obtiene el sistema.● Tipo división: Lo obtiene el sistema.● Fecha autorización: Lo obtiene el sistema.● Fecha entrada en vigor: Lo obtiene el sistema.● Número de divisiones: Lo obtiene el sistema.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que se actualizó el registro correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio indicando que faltan campos obligatorios por completar.● MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio indicando que el nombre del plan de estudio ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUOE1 Gestionar planes de estudio.

9.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar un plan de estudio oprimiendo el botón **Modificar** de la pantalla **IUOE1 Gestionar Planes de Estudio**.
 - 2 Obtiene la información del plan de estudio previamente registrada.
 - 3 Solicita actualizar la información a través de la pantalla **IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio** con los datos obtenidos.
 - 4 Actualiza la información solicitada.
 - 5 Solicita actualizar la información oprimiendo el botón **Aceptar** . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el nombre del plan de estudio no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 8 Actualiza la información del plan de estudio.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUOE1 Gestionar Planes de Estudio**, indicando que el plan de estudio se modificó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.



- A-1** Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón **Cancelar** .



- A-2**  Muestra la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- - - - Fin del caso de uso.



Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1**  Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio.
B-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El nombre del plan de estudio ya fue registrado.

- C-1**  Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio.
C-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.
- - - - Fin de trayectoria.



9.6. CUOE1.3 Eliminar plan de estudio



9.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar un plan de estudio debido a que este se registró por error o ya no se desea utilizar. Sin embargo, un plan de estudio que ya tiene asociada al menos una unidad de aprendizaje no puede ser eliminado.

9.6.2. Descripción









Caso de Uso:	CUOE1.3 Eliminar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Eliminar un plan de estudio que fue registrado por error o que ya no será utilizado, manteniendo así la información actualizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que el plan de estudio se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que no se haya registrado una o más unidades de aprendizaje al plan de estudio en cuestión.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.3 Eliminar plan de estudio
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUOE1 Gestionar planes de estudio.


9.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un plan de estudio oprimiendo el botón  de la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
 - 2  Verifica que el plan de estudio no tenga una o más unidades de aprendizaje asociadas. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación para eliminar el plan de estudio a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el plan de estudio oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el plan de estudio.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio indicando que el plan de estudio se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El plan de estudio ya tiene una o más unidades de aprendizaje asociadas.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio, indicando que el plan de estudio ya tiene una o más unidades de aprendizaje asociadas.
- - - Fin del caso de uso.



9.7. CUOE1.4 Consultar plan de estudio



9.7.1. Resumen

Permite al actor consultar un la información de un plan de estudio previamente registrado.

9.7.2. Descripción








Caso de Uso:	CUOE1.4 Consultar plan de estudio
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Permite que el actor conozca los detalles del plan de estudio.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales.• Nombre del plan.• Estado.• Tipo división.• Fecha autorización.• Fecha entrada en vigor.• Número de divisiones.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.4 Consultar plan de estudio
Reglas de negocio:	• Ninguna
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUOE1 Gestionar planes de estudio.

9.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar un plan de estudio oprimiendo el botón  de la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
 - 2  Obtiene la información registrada para el plan de estudio.
 - 3  Muestra la pantalla IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio con la información obtenida.
 - 4  Solicita finalizar la consulta oprimiendo el botón .
 - 5  Muestra la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- - - Fin del caso de uso.



9.8. CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje



9.8.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje, consultar, modificar y eliminar los registros de las unidades de aprendizaje ya existentes para un plan de estudio dado.









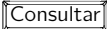

9.8.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Tener un control de las unidades de aprendizaje ofertadas para un plan de estudio. Además, estas serán asociadas a los profesores, de modo que, se generen los horarios.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Clave, Nombre, y Nivel de la unidad de aprendizaje.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUOE1 Gestionar planes de estudio .



9.8.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita gestionar las unidades de aprendizaje oprimiendo el botón  de la pantalla **IUOE1 Gestionar Planes de Estudio**
 - 2  Obtiene la clave, nombre y nivel de la unidad de aprendizaje.
 - 3  Ordena las unidades de aprendizaje por nivel.
 - 4  Ordena de forma ascendente las unidades de aprendizaje por la clave.
 - 5  Muestra la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje** con la información obtenida con los botones ,  y , y el ícono .
- - - Fin del caso de uso.

9.8.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva unidad de aprendizaje..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar una unidad de aprendizaje previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar una unidad de aprendizaje previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar una unidad de aprendizaje previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 5 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje.



9.9. CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje



9.9.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje que forma parte de un plan de estudio dado.

9.9.2. Descripción

Caso de Uso:	CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Permitir el uso de las unidades de aprendizaje como elementos que utilizará el algoritmo genético.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Clave: Se escribe desde el teclado.● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Tipo de unidad de aprendizaje: Se selecciona de una lista.● Tipo de formación: Se selecciona de una lista.● Academia: Se selecciona de una lista.● Nivel: Se selecciona de una lista.● Tipo de enseñanza: Se selecciona de una lista.● Total de hora teóricas por semana: Se escribe desde el teclado.● Total de hora prácticas por semana: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUOE1.5.1 Registrar unidad de aprendizaje
Salidas:	<ul style="list-style-type: none"> • MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Que exista información en el catálogo de Academia.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none"> • RN-S1 Datos requeridos. • RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	<ul style="list-style-type: none"> • MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje indicando que faltan campos obligatorios por completar. • MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje indicando que la clave de la unidad de aprendizaje ya existe. • MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que no existe información en el catálogo 'Academia'.
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje .

9.9.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar una unidad de aprendizaje dando clic en el ícono de la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**.
 - 2 Verifica que exista información en el catálogo **Academia**. [Trayectoria A]
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla **IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje**.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria C]
 - 7 Verifica que la clave de la unidad de aprendizaje no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria D]
 - 8 Registra la información de la unidad de aprendizaje.
 - 9 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**, indicando que la unidad de aprendizaje se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo de 'Academia' no tiene información.

- A-1** Muestra el mensaje **MSG7 No existe información necesaria en el sistema** en la pantalla **IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: El actor desea cancelar la operación.




B-1  Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón  .

B-2  Muestra la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa C:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

C-1  Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje.

C-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: La clave de la unidad de aprendizaje ya fue registrada.

D-1  Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje.

D-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



9.10. CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje



9.10.1. Resumen

Permite al actor modificar la información de una unidad de aprendizaje que forma parte de un plan de estudio dado.

9.10.2. Descripción












Caso de Uso:	CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Mantener actualizada la información de las unidades de aprendizaje, que serán utilizadas como elementos del algoritmo genético.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Clave: Se escribe desde el teclado.● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Tipo de unidad de aprendizaje: Se selecciona de una lista.● Tipo de formación: Se selecciona de una lista.● Academia: Se selecciona de una lista.● Nivel: Se selecciona de una lista.● Tipo de enseñanza: Se selecciona de una lista.● Total de hora teóricas por semana: Se escribe desde el teclado.● Total de hora prácticas por semana: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUOE1.5.2 Modificar unidad de aprendizaje
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Clave: Lo obtiene el sistema.● Nombre: Lo obtiene el sistema.● Tipo de unidad de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.● Tipo de formación: Lo obtiene el sistema.● Academia: Lo obtiene el sistema.● Nivel: Lo obtiene el sistema.● Tipo de enseñanza: Lo obtiene el sistema.● Total de hora teóricas por semana: Lo obtiene el sistema.● Total de hora prácticas por semana: Lo obtiene el sistema.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que la modificación se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que exista información en el catálogo de Academia.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● RN-S1 Datos requeridos.● RN-S2 Unicidad de elementos.
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje indicando que faltan campos obligatorios por completar.● MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje indicando que la clave de la unidad de aprendizaje ya existe.● MSG7 No existe información necesaria en el sistema: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que no existe información en el catálogo 'Academia'.
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje.

9.10.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita modificar una unidad de aprendizaje oprimiendo el botón  de la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
- 2  Verifica que exista información en el catálogo **Academia**. [Trayectoria A]
- 3  Obtiene la información de la unidad de aprendizaje previamente registrada.
- 4  Solicita modificar la información a través de la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje con la información obtenida.
- 5  Actualiza la información solicitada.
- 6  Solicita modificar la información oprimiendo el botón  . [Trayectoria B]
- 7  Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria C]
- 8  Verifica que la clave de la unidad de aprendizaje no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria D]
- 9  Actualiza la información de la unidad de aprendizaje.



- 10  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje, indicando que la unidad de aprendizaje se modificó correctamente.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El catálogo 'Academia' no tiene información.


- A-1  Muestra el mensaje MSG7 No existe información necesaria en el sistema en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- B-1  Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .

- B-2  Muestra la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa C:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- C-1  Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje.

- C-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa D:

Condición: La clave de la unidad de aprendizaje ya fue registrada.

- D-1  Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje.

- D-2  Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



9.11. CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje



9.11.1. Resumen

Permite al actor eliminar una unidad de aprendizaje que se registró por error o ya no desea utilizarse. Sin embargo, esta no podrá ser eliminada si ya ha sido asociada con un profesor.

9.11.2. Descripción









Caso de Uso:	CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Eliminar una unidad de aprendizaje que fue registrada por error o que ya no será utilizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que la unidad de aprendizaje se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que la unidad de aprendizaje no haya sido asociada a un profesor.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno



Caso de Uso:	CUOE1.5.3 Eliminar unidad de aprendizaje
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje.


9.11.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar una unidad de aprendizaje oprimiendo el botón  de la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
 - 2  Verifica que la unidad de aprendizaje no tenga un profesor asociado. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación para eliminar la unidad de aprendizaje a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar la unidad de aprendizaje oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina la información de la unidad de aprendizaje.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje indicando que la unidad de aprendizaje se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La unidad de aprendizaje ya tiene un profesor asociado.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje, indicando que la unidad de aprendizaje ya tiene un profesor asociado.
- - - Fin del caso de uso.



9.12. CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje



9.12.1. Resumen

Permite al actor consultar la información de una unidad de aprendizaje. De este modo, el actor podrá ver de modo general el contenido de la unidad de aprendizaje.

9.12.2. Descripción








Caso de Uso:	CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	01 de Abril de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Permite al actor la consulta de los detalles de la unidad de aprendizaje registrada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUOE1.5.4 Consultar unidad de aprendizaje
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Clave.• Nombre.• Tipo de unidad de aprendizaje.• Tipo de formación.• Academia.• Nivel.• Tipo de enseñanza. Horas <ul style="list-style-type: none">• Total de hora teóricas por semana.• Total de hora prácticas por semana.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUOE1.5 Gestionar unidades de aprendizaje.

9.12.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar una unidad de aprendizaje oprimiendo el botón  de la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
 - 2  Obtiene la información de la unidad de aprendizaje seleccionada.
 - 3  Muestra la pantalla IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje con la información obtenida.
 - 4  Solicita finalizar la consulta oprimiendo el botón  .
 - 5  Muestra la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
- - - Fin del caso de uso.

9.13. Interfaces del módulo

9.13.1. Plan de Estudio

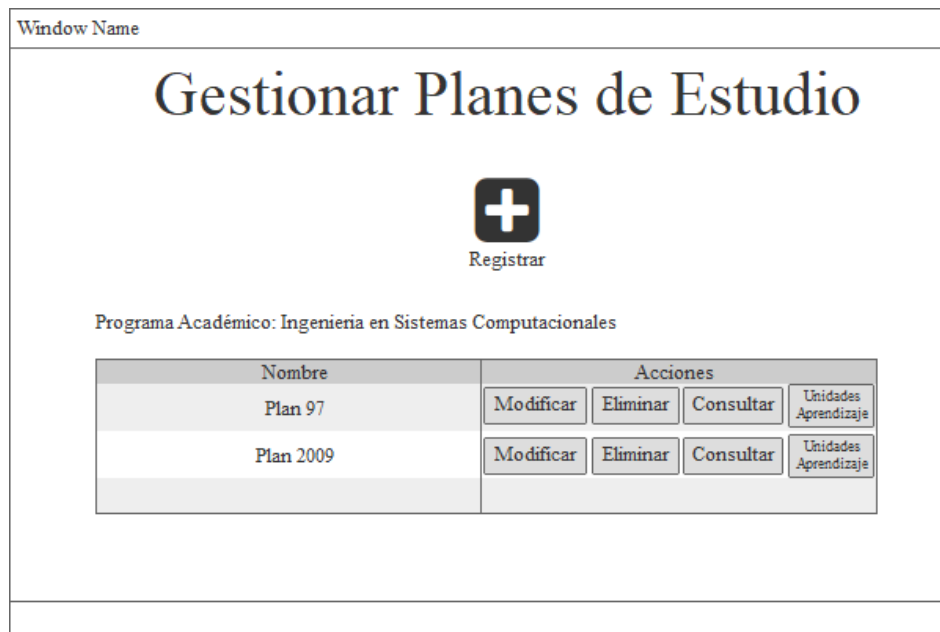
9.13.2. IUOE1 Gestionar Planes de Estudio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los planes de estudio registrados para el programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales, teniendo la posibilidad de registrar uno nuevo o modificar, consultar y eliminar los disponibles.

Diseño



En la figura 9.3 se muestra la pantalla "Gestionar Planes de Estudio", por medio de la cual se muestra el nombre de los diferentes Planes de Estudio registrados. La pantalla muestra el nombre del plan de estudio, ordenado alfabéticamente por este criterio.



Nombre	Acciones
Plan 97	Modificar Eliminar Consultar
Plan 2009	Modificar Eliminar Consultar

Figura 9.3: IUOE1 Gestionar Planes de Estudio

Comandos

-  : Permite al actor registrar un nuevo plan de estudio, dirige a la pantalla [IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio](#).
-  : Permite al actor modificar el contenido de un plan de estudio previamente registrado, dirige a la pantalla [IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio](#).



- **Eliminar** : Permite al actor eliminar un plan de estudio previamente registrado, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- **Consultar** : Permite al actor consultar la información de un plan de estudio previamente registrado, dirige a la pantalla IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio.
- **Unidades Aprendizaje** : Permite al actor gestionar las unidades de aprendizaje correspondientes al plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

9.13.3. IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un plan de estudio que fue registrado previamente, garantizando la integridad de la información.

Diseño

En la figura 9.4 se muestra la pantalla "Registrar Plan de Estudio", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un plan de estudio.

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar el registro del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.

9.13.4. IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un plan de estudio previamente registrado. De esta manera se garantiza la integridad de la información.

Diseño

En la figura 9.5 se muestra la pantalla "Modificar Plan de Estudio", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar un plan de estudio.

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar la modificación del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar la modificación del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.



Window Name

Registrar Plan de Estudio

Información del plan de estudio

Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales

* Nombre plan :

* Estado : Vigente Liquidación

* Tipo division : Semestre Niveles

* Fecha autorización :

SEPTEMBER 2018						
S	M	T	W	T	F	S
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

* Fecha entrada vigor :

SEPTEMBER 2018						
S	M	T	W	T	F	S
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

* Número de divisiones : 3

Aceptar Cancelar

Figura 9.4: IUOE1.1 Registrar Plan de Estudio



Window Name

Modificar Plan de Estudio

Información del plan de estudio

Programa Académico: Ingeniería en Sistemas Computacionales

* Nombre plan :

* Estado : Vigente Liquidación

* Tipo division : Semestre Niveles

* Fecha autorización :

SEPTEMBER 2018						
S	M	T	W	T	F	S
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

* Fecha entrada vigor :

SEPTEMBER 2018						
S	M	T	W	T	F	S
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

* Número de divisiones : 3

Aceptar Cancelar

Figura 9.5: IUOE1.2 Modificar Plan de Estudio



9.13.5. IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio

Objetivo

Esta pantalla permite al actor consultar la información completa que se ha registrado para un plan de estudio del programa académico Ingeniería en Sistemas Computacionales en la ESCOM.

Diseño


En la figura 9.6 se muestra la pantalla "Consultar Plan de Estudio", a través de la cual se muestra el nombre del programa académico, clave del plan, nombre del plan, estado del plan, tipo de división, número de divisiones, fecha de autorización y fecha de entrada en vigor del plan de estudio en cuestión.

Programa Académico:	Ingeniería en Sistemas Computacionales
Nombre plan :	Plan 09
Estado :	Vigente
Tipo división :	Niveles
Número de divisiones :	6
Fecha autorización :	12/12/2008
Fecha entrada vigor :	01/01/2009

Regresar

Figura 9.6: IUOE1.4 Consultar Plan de Estudio

Comandos

-  : Permite al actor finalizar la consulta del plan de estudio, dirige a la pantalla IUOE1 Gestionar Planes de Estudio.

9.13.6. Unidad de Aprendizaje

9.13.7. IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje

Objetivo


Esta pantalla permite al actor visualizar las unidades de aprendizaje registrados para un plan de estudio, teniendo la posibilidad de registrar una nueva o modificar, consultar y eliminar las disponibles.

Diseño

En la figura 9.7 se muestra la pantalla "Gestionar Unidades de Aprendizaje", por medio de la cual se muestra la información de las diferentes unidades de aprendizaje registradas. La pantalla muestra la clave, nombre y nivel de la unidad de aprendizaje, ordenadas de forma ascendente por la clave de esta.

Window Name

Gestionar Unidades de Aprendizaje






Registrar

Nivel 1				
Nivel 2	Clave ▲	Nombre	Nivel	Acciones
Nivel 3	C213	Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería	2	Modificar Eliminar Consultar
Nivel 4				
Nivel 5				

Regresar

Figura 9.7: IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje

Comandos

-  : Permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla [IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje](#).
-  : Permite al actor modificar el contenido de una unidad de aprendizaje previamente registrada, dirige a la pantalla [IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje](#).
-  : Permite al actor eliminar una unidad de aprendizaje previamente registrada, dirige a la pantalla [IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje](#).
-  : Permite al actor consultar la información de una unidad de aprendizaje previamente registrada, dirige a la pantalla [IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje](#).



9.13.8. IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar una nueva unidad de aprendizaje. Así, esta podrá ser asociada a los profesores y generar la estructura educativa.

Diseño

En la figura 9.8 se muestra la pantalla "Registrar Unidad de Aprendizaje", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar una unidad de aprendizaje.

Window Name

Registrar Unidad de Aprendizaje

Los campos marcados con * son obligatorios.



Información de la unidad de aprendizaje

* Clave :	<input type="text"/>
* Nombre :	<input type="text"/>
* Tipo de unidad de aprendizaje :	<div>Obligatoria ▼ Optativa</div>
* Tipo de formación :	<div>Formación Institucional ▼ Formación Científica - Básica Formación Profesional Formación Terminal e Integración</div>
* Academia :	<div>Electrónica ▼ Básicas</div>
* Nivel :	<div>2 ▼</div>
* Tipo de enseñanza :	<div><input checked="" type="radio"/> Teórica <input type="radio"/> Práctica <input type="radio"/> Teórica - Práctica</div>
Total de horas teóricas por semana :	<input type="text"/>
Total de horas prácticas por semana :	<input type="text"/>

Figura 9.8: IUOE1.5.1 Registrar Unidad de Aprendizaje



Comandos

-  : Permite al actor confirmar el registro de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
-  : Permite al actor cancelar el registro de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

9.13.9. IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje



Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de una unidad de aprendizaje previamente registrada.

Diseño

En la figura 9.9 se muestra la pantalla "Modificar Unidad de Aprendizaje", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar una unidad de aprendizaje.

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la modificación de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.
-  : Permite al actor cancelar la modificación de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

9.13.10. IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje


Objetivo

Esta pantalla permite al actor consultar la información de una unidad de aprendizaje previamente registrada.

Diseño

En la figura 9.10 se muestra la pantalla "Consultar Unidad de Aprendizaje", a través de la cual se muestra la clave, el nombre, tipo de aprendizaje, tipo de formación, academia, nivel, tipo de enseñanza, total de horas teóricas por semana y total de horas prácticas por semana.

Comandos

-  : Permite al actor finalizar la consulta de la unidad de aprendizaje, dirige a la pantalla IUOE1.5 Gestionar Unidades de Aprendizaje.

Window Name

Modificar Unidad de Aprendizaje

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información de la unidad de aprendizaje

* Clave :	<input type="text" value="C213"/>
* Nombre :	<input type="text" value="Matemáticas Avanzadas p"/>
* Tipo de unidad de aprendizaje :	<div><div>Obligatoria ▼</div><div>Obligatoria</div><div>Optativa</div></div>
* Tipo de formación :	<div><div>Formación Científica - Básica ▼</div><div>Formación Científica - Básica</div><div>Formación Profesional</div><div>Formación Terminal e Integración</div></div>
* Academia :	<div><div>Básicas ▼</div><div>Básicas</div></div>
* Nivel :	<input type="text" value="2"/>
* Tipo de enseñanza :	<div><div><input checked="" type="radio"/> Teórica</div><div><input type="radio"/> Práctica</div><div><input type="radio"/> Teórica - Práctica</div></div>
Total de horas teóricas por semana :	<input type="text" value="4.5"/>
Total de horas prácticas por semana :	<input type="text" value="0"/>

Figura 9.9: IUOE1.5.2 Modificar Unidad de Aprendizaje



Window Name

Consultar Unidad de Aprendizaje

Clave : C213
Nombre : Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería
Tipo de unidad de aprendizaje : Obligatoria
Tipo de formación : Formación Científica - Básica
Academia : Básicas
Nivel : 2
Tipo de enseñanza : Teórica - Práctica

Horas

Total de horas teóricas por semana :	<input type="text" value="4.5"/>
Total de horas prácticas por semana :	<input type="text" value="0"/>

[Regresar](#)

Figura 9.10: IUOE1.5.4 Consultar Unidad de Aprendizaje



9.14. Pruebas del módulo: Oferta Educativa

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Oferta Educativa. En esta se incluyen las pruebas hechas a planes de estudio y unidades de aprendizaje.

Se considerarán:

- Trayectoria principal (T. P.).
- Trayectorias alternativas (T. A.).
- Reglas de negocio (R. N.).
- Mensajes (Msjs.).

9.14.1. Planes de estudio

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUOE1: Gestionar planes de estudio	Si	No	Si	Si
CUOE1.1: Registrar plan de estudio	Si	No	Si	Si
CUOE1.2: Modificar plan de estudio	Si	No	Si	Si
CUOE1.3: Eliminar plan de estudio	Si	No	Si	Si
CUOE1.4: Consultar plan de estudio	Si	No	-	-

Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUOE1: Gestionar planes de estudio	Si	Si	Si	Si
CUOE1.1: Registrar plan de estudio	Si	Si	Si	Si
CUOE1.2: Modificar plan de estudio	Si	Si	Si	Si
CUOE1.3: Eliminar plan de estudio	Si	Si	Si	Si
CUOE1.4: Consultar plan de estudio	Si	Si	-	-

9.14.2. Unidades de aprendizaje

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUOE1.5: Gestionar unidades de aprendizaje	Si	No	Si	Si
CUOE1.5.1: Registrar unidad de aprendizaje	Si	No	Si	Si
CUOE1.5.2: Modificar unidad de aprendizaje	Si	No	Si	Si
CUOE1.5.3: Eliminar unidad de aprendizaje	Si	No	Si	Si
CUOE1.5.4: Consultar unidad de aprendizaje	Si	No	-	-



Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUOE1.5: Gestionar unidades de aprendizaje	Si	Si	Si	Si
CUOE1.5.1: Registrar unidad de aprendizaje	Si	Si	Si	Si
CUOE1.5.2: Modificar unidad de aprendizaje	Si	Si	Si	Si
CUOE1.5.3: Eliminar unidad de aprendizaje	Si	Si	Si	Si
CUOE1.5.4: Consultar unidad de aprendizaje	Si	Si	-	-



10.1. Modelo de información: Módulo Profesores

10.1.1. Módulo Profesores: Descripción general

En la figura 10.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Profesores.

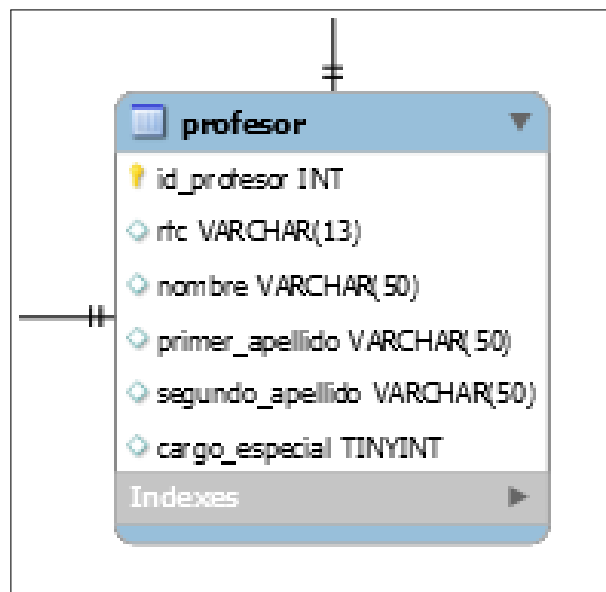


Figura 10.1: Modelo de información del módulo Profesores.



10.1.2. Profesor



Atributos

Nombre Es el nombre o nombres del profesor con el que se registrará. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | – | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | ..

Primer Apellido Es el primer apellido del profesor con el que se registrará. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | – | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | ..

Segundo Apellido Es el segundo apellido del profesor con el que se registrará. Es una **frase** o enunciado y este dato es **opcional** (*se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | – | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | ..

RFC Es la clave del Registro Federal de Contribuyentes del profesor. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 13 caracteres. Caracteres admitidos: [A-Z] | [a-z] | [1-9].

Cargo Especial Indica si el profesor en cuestión tiene un cargo especial.. Indica “sí” o “no” y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).



10.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Profesores

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación y eliminación de la información de los profesores de la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



10.3. CUP1 Gestionar profesores



10.3.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo profesor, consultar, modificar y eliminar a los profesores existentes de la ESCOM. Esto permitirá mantener la información actualizada y poder asociarlos con unidades de aprendizaje, y así generar los horarios.









10.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1 Gestionar profesores
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	25 de Septiembre de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Tener un control de los profesores existentes en la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Nombre, Primer apellido y Segundo apellido del profesor.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



10.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Profesores" del menú **Profesores**.
 - 2  Obtiene el nombre, primer apellido y segundo apellido del profesor.
 - 3  Ordena de forma ascendente a los profesores por el apellido paterno.
 - 4  Muestra la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores** con la información obtenida con los botones ,  y , y el ícono .
- - - Fin del caso de uso.

10.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo profesor..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUP1.1 Registrar profesor.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un profesor previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUP1.2 Modificar profesor.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un profesor previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUP1.3 Eliminar profesor.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar un profesor previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUP1.4 Consultar profesor.



10.4. CUP1.1 Registrar profesor



10.4.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo profesor para la ESCOM. De modo que, este pueda ser asociado con una unidad de aprendizaje para generar un horario.

10.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1.1 Registrar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Registrar un nuevo profesor el cual podrá formar parte de los horarios de clases de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Primer apellido: Se escribe desde el teclado.● Segundo apellido: Se escribe desde el teclado.● RFC: Se escribe desde el teclado.● Cargo especial: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUP1.1 Registrar profesor
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor indicando que el RFC del profesor ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUP1 Gestionar profesores.

10.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un profesor dando clic en el ícono de la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que el RFC del profesor no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 7 Registra la información del profesor.
 - 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores, indicando que el profesor se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2 Muestra la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor.
- B-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El RFC del profesor ya fue registrado.

- C-1 Muestra el mensaje MSG6 Elemento duplicado en la pantalla IUP1.1 Registrar Profesor.
- C-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



10.5. CUP1.2 Modificar profesor



10.5.1. Resumen

Permite al actor modificar la información de un profesor de la ESCOM previamente registrado. Así, la información se mantendrá actualizada.

10.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1.2 Modificar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Edición
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Modificar la información de un profesor de la ESCOM, de modo que, esta se mantenga actualizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Se escribe desde el teclado.● Primer apellido: Se escribe desde el teclado.● Segundo apellido: Se escribe desde el teclado.● RFC: Se escribe desde el teclado.● Cargo especial: Se selecciona una opción de las disponibles.



Caso de Uso:	CUP1.2 Modificar profesor
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Lo obtiene el sistema.• Primer apellido: Lo obtiene el sistema.• Segundo apellido: Lo obtiene el sistema.• RFC: Lo obtiene el sistema.• Cargo especial: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el registro se actualizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUP1.2 Modificar Profesor indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUP1.2 Modificar Profesor indicando que el RFC del profesor ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUP1 Gestionar profesores.

10.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar el registro de un profesor oprimiendo el botón de la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
 - 2 Obtiene el nombre, primer apellido, segundo apellido, rfc y cargo especial del registro seleccionado.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla IUP1.2 Modificar Profesor con la información obtenida.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita actualizar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 7 Verifica que el RFC del profesor no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 8 Actualiza la información del profesor.
 - 9 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores, indicando que la información del profesor se actualizó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2 Muestra la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.



- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: *No se completaron los campos obligatorios.*

B-1  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUP1.2 Modificar Profesor**.

B-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: *El RFC del profesor ya fue registrado.*

C-1  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUP1.2 Modificar Profesor**.

C-2  Regresa al paso 4 de la trayectoria principal.

- - - Fin de trayectoria.



10.6. CUP1.3 Eliminar profesor



10.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar un profesor previamente registrado el cual se registró por error o ya no se utilizará.









10.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUP1.3 Eliminar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico• Capturista
Propósito:	Eliminar un profesor que fue registrado por error o que no se utilizará más.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el profesor se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que el profesor en cuestión no haya sido asociado con una o más Academias y/o Unidades de Aprendizaje.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUP1 Gestionar profesores.




10.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un profesor oprimiendo el botón  de la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
 - 2  Verifica que el profesor no haya sido asociado a una o más academias y/o Unidades de Aprendizaje. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el profesor oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el profesor.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores indicando que el profesor se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El profesor ya fue asociado al menos a una academia o con una Unidad de Aprendizaje.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
- - - Fin del caso de uso.



10.7. CUP1.4 Consultar profesor



10.7.1. Resumen

Permite al actor consultar la información registrada de un profesor en caso de que se desee ver más detalles de este.

10.7.2. Descripción


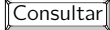





Caso de Uso:	CUP1.4 Consultar profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Consultar
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Consultar la información de un profesor y así obtener mayor detalle del registro.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: Lo obtiene el sistema.● Primer apellido: Lo obtiene el sistema.● Segundo apellido: Lo obtiene el sistema.● RFC: Lo obtiene el sistema.● Cargo especial: Lo obtiene el sistema.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUP1.4 Consultar profesor
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUP1 Gestionar profesores.

10.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar la información de un profesor oprimiendo el botón  de la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores.**
 - 2  Obtiene el nombre, primer apellido, segundo apellido, RFC y si tiene un cargo especial el profesor seleccionado.
 - 3  Muestra la pantalla **IUP1.4 Consultar Profesor** con la información obtenida.
 - 4  Solicita terminar la consulta oprimiendo el botón  de la pantalla **IUP1.4 Consultar Profesor.**
 - 5  Muestra la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores.**
- - - Fin del caso de uso.

10.8. Interfaces del módulo

10.8.1. Profesores

10.8.2. IUP1 Gestionar Profesores

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los profesores que se han registrado, teniendo la posibilidad de modificar, eliminar y consultar la información previamente registrada de este.

Diseño

En la figura 10.2 se muestra la pantalla "Gestionar Profesores", por medio de la cual se muestra la información de los profesores registrados. La pantalla muestra el nombre, primer apellido y segundo apellido del profesor, ordenados de forma ascendente por el primer apellido.

Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Acciones
Brenda	Gómez	Caballero	<input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Consultar"/>

Figura 10.2: IUP1 Gestionar Profesores

Comandos

- : Permite al actor registrar un nuevo profesor, dirige a la pantalla [IUP1.1 Registrar Profesor](#).
- : Permite al actor modificar el contenido de un profesor previamente registrado, dirige a la pantalla [IUP1.2 Modificar Profesor](#).
- : Permite al actor eliminar un profesor previamente registrada, dirige a la pantalla [IUP1 Gestionar Profesor](#).



- **Consultar** : Permite al actor consultar la información registrada para un profesor, dirige a la pantalla IUP1.4 Consultar Profesor.

10.8.3. IUP1.1 Registrar Profesor

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar la información correspondiente a un profesor. Una vez que estos se hayan registrado pueden ser asociados con una unidad de aprendizaje para generar los horarios.

Diseño

En la figura 10.3 se muestra la pantalla "Registrar Profesor", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un nuevo profesor.

Window Name

Registrar Profesor

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del edificio

* Nombre :

* Primer apellido :

Segundo apellido :

* RFC :

* ¿El profesor tiene algún cargo especial? : ☐ Si ☐ No

Aceptar Cancelar

Figura 10.3: IUP1.1 Registrar Profesor

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar el registro de la información del profesor, dirige a la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro de la información del profesor, dirige a la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.

10.8.4. IUP1.2 Modificar Profesor

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de un profesor previamente registrada. Esto con el fin de mantener actualizados los datos del profesor en cuestión.



Diseño

En la figura 10.4 se muestra la pantalla "Modificar Profesor", a través de la cual se solicita la información necesaria para actualizar la información de un profesor.



Figura 10.4: IUP1.2 Modificar Profesor

Comandos

-  : Permite al actor confirmar la actualización de la información del profesor, dirige a la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.
-  : Permite al actor cancelar la actualización de la información del profesor, dirige a la pantalla **IUP1 Gestionar Profesores**.


10.8.5. IUP1.4 Consultar Profesor

Objetivo

Esta pantalla permite al actor consulta la información registrada para un profesor. De este modo, se podrán consultar los datos del profesor en cuestión.

Diseño

En la figura 10.5 se muestra la pantalla "Consultar Profesor", a través de la cual se muestra la información correspondiente a un profesor seleccionado.



Window Name

Consultar Profesor

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del edificio

Nombre :	Brenda
Primer apellido :	Gómez
Segundo apellido :	Caballero
RFC :	GOCB960414AW3
¿El profesor tiene algún cargo especial? :	Si

Regresar

Figura 10.5: IUP1.4 Consultar Profesor

Comandos

- **Regresar** : Permite al actor terminar con la consulta de la información del profesor en cuestión, dirige a la pantalla IUP1 Gestionar Profesores.



10.9. Pruebas del módulo: Profesores

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Profesores.

10.9.1. Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUP1: Gestionar profesores	Si	No	Si	Si
CUP1.1: Registrar profesor	Si	No	Si	Si
CUP1.2: Modificar profesor	Si	No	Si	Si
CUP1.3: Eliminar profesor	Si	No	Si	Si
CUP1.4: Consultar profesor	Si	No	-	-

10.9.2. Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUP1: Gestionar profesores	Si	Si	Si	Si
CUP1.1: Registrar profesor	Si	Si	Si	Si
CUP1.2: Modificar profesor	Si	Si	Si	Si
CUP1.3: Eliminar profesor	Si	Si	Si	Si
CUP1.4: Consultar profesor	Si	Si	-	-



Prototipo 5: Estructura Educativa

11.1. Modelo de información: Módulo Estructura Educativa

11.1.1. Módulo Estructura Educativa: Descripción general

En la figura 11.1 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Estructura Educativa.

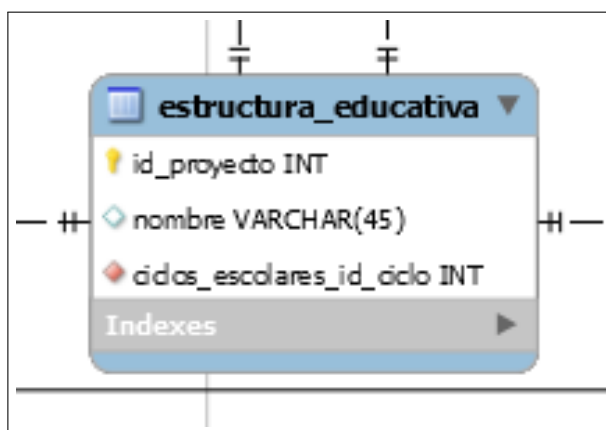


Figura 11.1: Modelo de información del módulo Estructura educativa.

11.1.2. Estructura educativa



Atributos

Nombre Es el nombre con el que se registra el edificio. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 50 caracteres. Caracteres admitidos:

[A-Z] | [a-z] | [1-9] | _ | - | [á,é,é,ó,ú] | [Á,É,Í,Ó,Ú] | _.

CicloEscolar Es el nombre del ciclo escolar, el cual está formado por el ciclo escolar / 1 o 2 según corresponda.. Es un **catálogo** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*).

Número Es el número que se le da al algoritmo que indica el número de veces que se quiere repetir el algoritmo y que estas sean las opciones generadas. Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 2 caracteres.Caracteres admitidos: [1-10] .

11.1.3. Módulo Grupos: Descripción general

En la figura 11.2 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Grupos.

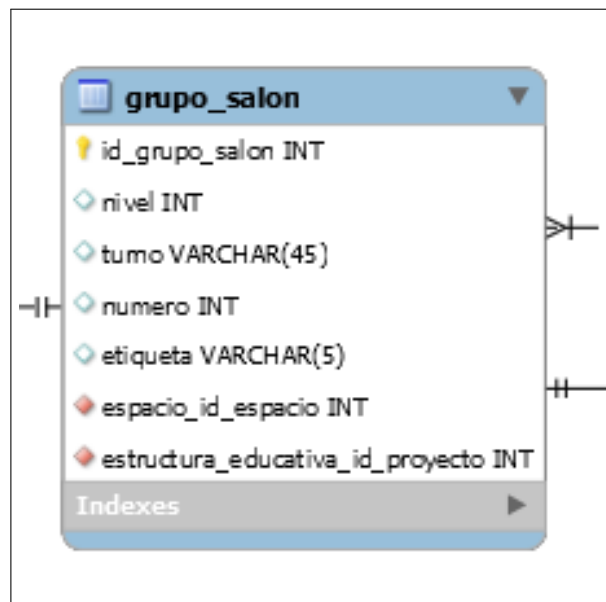


Figura 11.2: Modelo de información del módulo Grupos.

11.1.4. Grupo



Atributos

Turno Es el turno al cual pertenecerá el grupo. De estos sólo existen CM y CV. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 2 caracteres.Caracteres admitidos: CM | CV.

Número Es el número consecutivo que se le da a los grupos, después de indicar el nivel y turno. Este será el número que lo diferencia de otro grupo . Es un valor **numérico** y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 2 caracteres.Caracteres admitidos: [1-99] .

Nombre Es el nombre con el que se registra el grupo. Este es la concatenación del nivel + turno + numero. Es una **frase** o enunciado y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 5 caracteres. Caracteres admitidos: CM | CV | [a-z] | [1-9].

11.1.5. Módulo Asociación de profesores: Descripción general

En la figura 11.3 se muestra la estructura de información que manejará el módulo Asociación de Profesores.

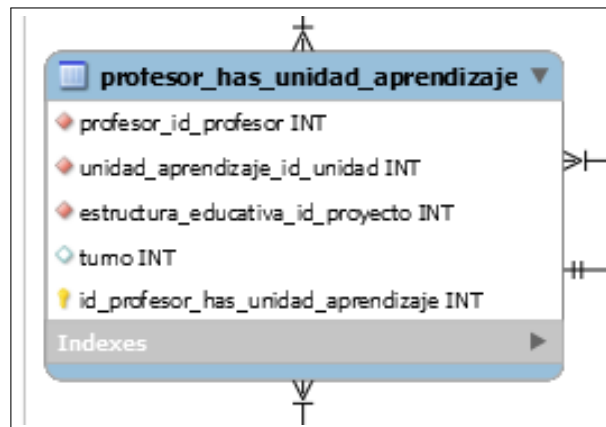


Figura 11.3: Modelo de información del módulo Asociación de profesores.

11.1.6. Asociación de profesor



Atributos

Turno Es el turno al cual pertenece el profesor. De este sólo existen CM y CV. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 2 caracteres. Caracteres admitidos: CM | CV.

Cantidad Es el número de veces en la que se impartirá la unidad de aprendizaje.. Es una **palabra** corta y este dato es **requerido** (*no se puede omitir*). Este atributo debe contener a lo más 1 carácter. Caracteres admitidos: [0-4].



11.2. Modelo de comportamiento del módulo: Gestionar Grupos

En este capítulo se describen los casos de uso referentes al registro, modificación y eliminación de la información de los grupos en los que se imparten las clases en la ESCOM.

Elementos de un caso de uso

- **Resumen:** Descripción textual del caso de uso.
- **Actores:** Lista de los que intervienen en el caso de uso.
- **Propósito:** Una breve descripción del objetivo que busca el actor al ejecutar el caso de uso.
- **Entradas:** Lista de los datos de entrada requeridos durante la ejecución del caso de uso.
- **Salidas:** Lista de los datos de salida que presenta el sistema durante la ejecución del caso de uso.
- **Precondiciones:** Descripción de las operaciones o condiciones que se deben cumplir previamente para que el caso de uso pueda ejecutarse correctamente.
- **Postcondiciones:** Lista de los cambios que ocurrirán en el sistema después de la ejecución del caso de uso y de las consecuencias en el sistema.
- **Reglas de negocio:** Lista de las reglas que describen, limitan o controlan algún aspecto del negocio del caso de uso.
- **Errores:** Lista de los posibles errores que pueden surgir durante la ejecución del caso de uso.
- **Trayectorias:** Secuencia de los pasos que ejecutará el caso de uso.



11.3. CUEE1 Gestionar estructura educativa



11.3.1. Resumen

Permite al actor registrar una nueva estructura educativa, consultar, modificar y eliminar las existentes de la ESCOM. Esto permitirá mantener la información actualizada y así generar la información que requiere el algoritmo para generar los horarios.






11.3.2. Descripción

Caso de Uso:	CUEE1 Gestionar estructura educativa
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	30 de Septiembre de 2018
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico● Capturista
Propósito:	Llevar a cabo las acciones disponibles con el fin de generar la estructura educativa para la ESCOM, haciendo uso de la información necesaria.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Nombre, Ciclo escolar de la estructura educativa.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



11.3.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Selecciona la opción "Estructura Educativa" del menú **Estructura Educativa**.
- 2  Obtiene el nombre y ciclo escolar de la estructura educativa.
- 3  Ordena de forma descendente los registros de estructura educativa mediante el ciclo escolar.
- 4  Muestra la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa** con la información obtenida con los botones **Modificar**, **Eliminar**, **Asociar profesores**, **Asociar grupos**, **Horario**, **Consultar** y el ícono .

- - - Fin del caso de uso.

11.3.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva estructura educativa..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUEE1.1 Registrar estructura educativa.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar una estructura educativa previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUEE1.2 Modificar estructura educativa.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar una estructura educativa previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUEE1.3 Eliminar estructura educativa.

Causa de la extensión: El actor requiere configurar el horario para la estructura educativa previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUEE1.4 Configurar horario.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar el horario para la estructura educativa previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUEE1.5 Consultar horario.



11.4. CUEE1.1 Registrar estructura educativa



11.4.1. Resumen

La estructura educativa es el nombre que recibe el proceso para realizar los horarios en los que se impartirán las clases en la ESCOM.

Permite al actor registrar una nueva estructura educativa, con la cual se identificarán las diferentes opciones de horario que pueden generarse.

11.4.2. Descripción

Caso de Uso:	CUEE1.1 Registrar estructura educativa
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Registrar una nueva estructura educativa para crear la información necesaria para generar los horarios de clases de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Ciclo escolar: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos



Caso de Uso:	CUEE1.1 Registrar estructura educativa
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa indicando que el ciclo ya se utilizó.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUEE1 Gestionar estructura educativa .

11.4.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar una estructura educativa dando clic en el ícono de la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla **IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa**.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios **RN-S1 Datos requeridos**. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que no se haya registrado una estructura educativa con el ciclo escolar en cuestión, con base en la regla de negocios **RN-S2 Unicidad de elementos**. [Trayectoria C]
 - 7 Registra la información de la estructura educativa.
 - 8 Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**, indicando que la estructura educativa se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1** Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2** Muestra la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1** Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa**.
- B-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El ciclo escolar ya fue registrado en otro registro.

- C-1** Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa**.
- C-2** Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



11.5. CUEE1.2 Modificar estructura educativa



11.5.1. Resumen

La estructura educativa es el nombre que recibe el proceso para realizar los horarios en los que se impartirán las clases en la ESCOM.

Permite al actor modificar el registro de estructura educativa previamente registrada. De modo que, estas se mantendrán actualizadas y así se identificarán las diferentes opciones de horario que pueden generarse.

11.5.2. Descripción

Caso de Uso:	CUEE1.2 Modificar estructura educativa
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Edición
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Actualizar la información de una estructura educativa para crear la información necesaria para generar los horarios de clases de la ESCOM.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Se escribe desde el teclado.• Ciclo escolar: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre: Lo obtiene el sistema.• Ciclo escolar: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa indicando que la edición se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna



Caso de Uso:	CUEE1.2 Modificar estructura educativa
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa indicando que el ciclo ya se utilizó.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUEE1 Gestionar estructura educativa.

11.5.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar una estructura educativa oprimiendo el botón de la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa.
 - 2 Solicita la información a través de la pantalla IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa.
 - 3 Completa la información solicitada.
 - 4 Solicita actualizar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 5 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 6 Verifica que no se haya registrado una estructura educativa con el ciclo escolar en cuestión, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 7 Actualiza la información de la estructura educativa.
 - 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa, indicando que la estructura educativa se actualizó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
 - A-2 Muestra la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:



Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa.
 - B-2 Regresa al paso 3 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: El ciclo escolar ya fue registrado en otro registro.



-
- C-1**  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa**.
- C-2**  Regresa al paso **3** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



11.6. CUEE1.3 Eliminar estructura educativa



11.6.1. Resumen

Permite al actor eliminar una estructura educativa que se registró previamente, y que se hizo por error o ya no se utilizará.









11.6.2. Descripción

Caso de Uso:	CUEE1.3 Eliminar estructura educativa
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Eliminar una estructura educativa que fue registrada por error o que no se utilizará más. Así, la información se mantendrá actualizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa indicando que la estructura educativa se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Que a la estructura educativa no se le haya registrado algún elemento.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUEE1 Gestionar estructura educativa.




11.6.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar una estructura educativa oprimiendo el botón  de la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
 - 2  Verifica que la estructura educativa no haya sido asociado con uno o más elementos. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje **MSG2 Eliminar Elemento**.
 - 4  Confirma eliminar la estructura educativa oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina la estructura educativa.
 - 6  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa** indicando que la estructura educativa se eliminó correctamente.
- - - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La estructura educativa ya fue asociada con uno o más elementos.

- A-1**  Muestra el mensaje **MSG5 No es posible eliminar un elemento** en la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
- - - - Fin del caso de uso.



11.7. CUEE1.4 Configurar horario



11.7.1. Resumen

Una vez que se ha realizado la asociación de profesores con las unidades de aprendizaje y se han creado los grupos, el actor puede comenzar con la configuración del horario.

Permite al actor configurar los parámetros que solicita el algoritmo, de modo que, este genere la estructura educativa usando la información asociada.

11.7.2. Descripción










Caso de Uso:	CUEE1.4 Configurar horario
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registrar
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Definir los parámetros para el algoritmo encargado de generar la estructura educativa.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Número de estructuras educativas a generar: Se escribe desde el teclado.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa indicando que el algoritmo se ejecutó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que se haya registrado al menos una asociación de un profesor con una unidad de aprendizaje.• Que se haya registrado al menos un grupo.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna



Caso de Uso:	CUEE1.4 Configurar horario
Reglas de negocio:	• RN-S1 Datos requeridos
Errores:	• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUEE1.4 Configurar horario indicando que faltan campos obligatorios por completar.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUEE1 Gestionar estructura educativa.




11.7.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita configurar el horario oprimiendo el botón  de la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa.
 - 2  Completa la información solicitada.
 - 3  Solicita generar el horario oprimiendo el botón  . [Trayectoria A]
 - 4  Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 5  Registra la información del horario.
 - 6  Envía la instrucción para genera el horario.
 - 7  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa, indicando que se generó la estructura educativa mediante el algoritmo correctamente.
- - - Fin del caso de uso.



Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1  Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón  .
- A-2  Muestra la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1  Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUEE1.4 Configurar horario.
- B-2  Regresa al paso 2 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



11.8. CUEE1.5 Consultar horario



11.8.1. Resumen

Permite al actor consultar la estructura educativa generada por el algoritmo. Esta se visualiza en un archivo con extensión .xls.

11.8.2. Descripción





Caso de Uso:	CUEE1.5 Consultar horario
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Consultar el resultado de la estructura educativa generada por el algoritmo.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre del profesor: (Nombre, Primer apellido y Segundo apellido): Lo obtiene el sistema.● Nombre de la unidad de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.● Nombre del grupo: Lo obtiene el sistema.Espacio: Lo obtiene el sistema.● Día en que se impartirá la unidad de aprendizaje.● Horario en que se impartirá la unidad de aprendizaje.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUEE1.5 Consultar horario
Reglas de negocio:	• Ninguna
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUEE1 Gestionar estructura educativa.

11.8.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar la estructura educativa generada oprimiendo el botón  de la pantalla IUEE1 Gestionar Estructura Educativa.
 - 2  Obtiene la información detallada en la sección de salidas.
 - 3  Muestra el documento con la información consultada.
- - - Fin del caso de uso.



11.9. CUAP1 Gestionar asociación de profesores



11.9.1. Resumen

Permite al actor registrar la asociación de un profesor con una unidad de aprendizaje, consultar, modificar y eliminar estas asociaciones. Esto permitirá mantener la información actualizada y poder utilizar esta tupla en la generación de los horarios.










11.9.2. Descripción

Caso de Uso:	CUAP1 Gestionar asociación de profesores
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Tener un control sobre las asociaciones de los profesores con las unidades de aprendizaje que impartirán.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Nombre(Nombre, Primer apellido y Segundo apellido).
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



11.9.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita gestionar la asociación de profesores oprimiendo el botón  de la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
 - 2  Obtiene el nombre del profesor.
 - 3  Ordena de forma ascendente los registros mediante el nombre del profesor.
 - 4  Muestra la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores** con la información obtenida con los botones ,  y , con el ícono .
- - - Fin del caso de uso.

11.9.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar una nueva asociación de profesor..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUAP1.1 Registrar asociación de profesor.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar la asociación de profesor previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUAP1.2 Modificar asociación de profesor.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar la asociación de profesor previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUAP1.3 Eliminar asociación de profesor.

Causa de la extensión: El actor requiere consultar la asociación de profesor previamente registrada..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: CUAP1.4 Consultar asociación de profesor.



11.10. CUAP1.1 Registrar asociación de profesor



11.10.1. Resumen

Permite al actor asociar a un profesor de la ESCOM con una o más unidades de aprendizaje que puede impartir. Además, de señalar cuantas veces impartirá la unidad de aprendizaje. Esta asociación es importante debido a que será utilizada como parte del cromosoma del algoritmo que generará el horario.

11.10.2. Descripción

Caso de Uso:	CUAP1.1 Registrar asociación de profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Registrar la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje para utilizarlo en el cromosoma del algoritmo que generará el horario.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del profesor: (Nombre, Primer apellido y Segundo apellido): Se selecciona de una lista• Turno: Se selecciona de una lista.• Cantidad de clases de la unidad de aprendizaje: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUAP1.1 Registrar asociación de profesor
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del profesor: (Nombre, Primer apellido y Segundo apellido): Lo obtiene el sistema.• Turno: Lo obtiene el sistema.• Nombre de las unidades de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores indicando que el registro se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesor indicando que faltan campos obligatorios por completar.
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUAP1 Gestionar asociación de profesores.

11.10.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar la asociación de un profesor dando clic en el ícono de la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.
 - 2 Obtiene la información descrita en la sección de salidas.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesor con la información obtenida.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 7 Registra la información de la asociación del profesor.
 - 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores, indicando que la asociación se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:



Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
 - A-2 Muestra la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.



-
- B-1**  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesor**.
- B-2**  Regresa al paso **4** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



11.11. CUAP1.2 Modificar asociación de profesor



11.11.1. Resumen

Permite al actor modificar la asociación de un profesor de la ESCOM con una o más unidades de aprendizaje que puede impartir, previamente registrada. Además, de señalar cuantas veces impartirá la unidad de aprendizaje. Esta asociación es importante debido a que será utilizada como parte del cromosoma del algoritmo que generará el horario.

11.11.2. Descripción

Caso de Uso:	CUAP1.2 Modificar asociación de profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Edición
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Mantener actualizada la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje para utilizarlo en el cromosoma del algoritmo que generará el horario.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del profesor: (Nombre, Primer apellido y Segundo apellido): Se selecciona de una lista• Turno: Se selecciona de una lista.• Cantidad de clases de la unidad de aprendizaje: Se escribe desde el teclado.



Caso de Uso:	CUAP1.2 Modificar asociación de profesor
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• Nombre del profesor: (Nombre, Primer apellido y Segundo apellido): Lo obtiene el sistema.• Turno: Lo obtiene el sistema.• Nombre de las unidades de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.• Cantidad de clases de la unidad de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores indicando que la actualización se realizó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesor indicando que faltan campos obligatorios por completar.
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUAP1 Gestionar asociación de profesores.

11.11.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita modificar la asociación de un profesor oprimiendo el botón de la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.
 - 2 Obtiene la información descrita en la sección de salidas.
 - 3 Solicita la información a través de la pantalla IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesor con la información obtenida.
 - 4 Completa la información solicitada.
 - 5 Solicita actualizar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 6 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 7 Actualiza la información de la asociación del profesor.
 - 8 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores, indicando que la asociación se actualizó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:



Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
 - A-2 Muestra la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.



-
- B-1**  Muestra el mensaje **MSG3 Falta dato obligatorio** en la pantalla **IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesor**.
- B-2**  Regresa al paso **4** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



11.12. CUAP1.3 Eliminar asociación de profesor



11.12.1. Resumen

Permite al actor eliminar la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje, la cual se registró por error o ya no se utilizará.

11.12.2. Descripción









Caso de Uso:	CUAP1.3 Eliminar asociación de profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Eliminar la asociación de un profesor que fue registrado por error o que no se utilizará más.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores indicando que la asociación de un profesor se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que la asociación en cuestión no haya sido utilizada en la generación del horario.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno



Caso de Uso:	CUAP1.3 Eliminar asociación de profesor
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUAP1 Gestionar asociación de profesores.


11.12.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un profesor oprimiendo el botón  de la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.**
 - 2  Verifica que la asociación del profesor no haya sido utilizada en la generación de horarios. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje **MSG2 Eliminar Elemento.**
 - 4  Confirma eliminar la asociación de un profesor oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina la asociación de un profesor.
 - 6  Muestra el mensaje **MSG1 Operación Exitosa** en la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores** indicando que la asociación se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: La asociación de un profesor ya ha sido utilizada en la generación de horarios.

- A-1**  Muestra el mensaje **MSG5 No es posible eliminar un elemento** en la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.**
- - - Fin del caso de uso.



11.13. CUAP1.4 Consultar Asociación de profesor



11.13.1. Resumen

Permite al actor consultar la información de la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje en caso de que se desee ver más detalles de este.

11.13.2. Descripción








Caso de Uso:	CUAP1.4 Consultar Asociación de profesor
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Consultar
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Consultar la información de la asociación de un profesor y así obtener mayor detalle del registro.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nombre: (Nombre, Primer apellido y Segundo apellido). Lo obtiene el sistema.● Turno: Lo obtiene el sistema.● Nombre de las unidades de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.● Cantidad de clases de la unidad de aprendizaje: Lo obtiene el sistema.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna



Caso de Uso:	CUAP1.4 Consultar Asociación de profesor
Errores:	• Ninguno
Tipo:	Terciario, extiende del caso de uso CUAP1 Gestionar asociación de profesores.

11.13.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita consultar la información de la asociación de un profesor oprimiendo el botón  de la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.
 - 2  Obtiene la información descrita en la sección de salidas.
 - 3  Muestra la pantalla IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor con la información obtenida.
 - 4  Solicita terminar la consulta oprimiendo el botón  de la pantalla IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor.
 - 5  Muestra la pantalla IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores.
- - - Fin del caso de uso.



11.14. CUG1 Gestionar grupos



11.14.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo grupo, modificar y eliminar a los grupos existentes de la ESCOM. Esto permitirá mantener la información actualizada y poder asociarlos con espacios, y así generar los horarios.









11.14.2. Descripción

Caso de Uso:	CUG1 Gestionar grupos
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Gestión
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Tener un control sobre los grupos en los cuales se impartirán las clases.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Tabla que muestra: Nombre, Salón de los grupos.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">● Ninguno
Tipo:	Primario



11.14.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita gestionar los grupos oprimiendo el botón  de la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
 - 2  Obtiene el nombre y salón de los grupos.
 - 3  Ordena de forma ascendente los registros mediante el nombre del grupo.
 - 4  Muestra la pantalla **IUG1 Gestionar Grupos** con la información obtenida con los botones  y , con el ícono .
- - - Fin del caso de uso.

11.14.4. Puntos de extensión

Causa de la extensión: El actor requiere registrar un nuevo grupo..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUG1.1 Registrar grupo**.

Causa de la extensión: El actor requiere modificar un grupo previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUG1.2 Modificar grupo**.

Causa de la extensión: El actor requiere eliminar un grupo previamente registrado..

Región de la trayectoria: Paso 4 de la Trayectoria Principal.

Extiende a: **CUG1.3 Eliminar grupo**.



11.15. CUG1.1 Registrar grupo



11.15.1. Resumen

Permite al actor registrar un nuevo grupo y asociarlo a un espacio, ya que esta asociación es parte del cromosoma del algoritmo encargado de generar la estructura educativa de la ESCOM.

11.15.2. Descripción

Caso de Uso:	CUG1.1 Registrar grupo
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Registro
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Registrar un nuevo grupo asociándolo a un espacio para ser parte de las entradas del algoritmo que hará los horarios.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nivel: Se selecciona de una lista.● Turno: Se selecciona de una lista.● Número: Se selecciona de una lista.● Clave: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nivel: Lo obtiene el sistema.● Turno: Lo obtiene el sistema.● Número: Lo obtiene el sistema.● Clave: Lo obtiene el sistema.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos indicando que el registro se realizó correctamente.



Caso de Uso:	CUG1.1 Registrar grupo
Precondiciones:	• Ninguna
Postcondiciones:	• Ninguna
Reglas de negocio:	• RN-S1 Datos requeridos • RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUG1.1 Registrar Grupo indicando que faltan campos obligatorios por completar. • MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUG1.1 Registrar Grupo indicando que el grupo ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUG1 Gestionar grupos.

11.15.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita registrar un grupo dando clic en el ícono de la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
 - 2 Obtiene la información de los niveles del plan de estudio.
 - 3 Obtiene la información de los salones.
 - 4 Solicita la información a través de la pantalla IUG1.1 Registrar Grupo con la información obtenida.
 - 5 Completa la información solicitada.
 - 6 Solicita registrar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 7 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 8 Verifica que el grupo no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 9 Registra la información del grupo.
 - 10 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos, indicando que el grupo se registró correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.

- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
- A-2 Muestra la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:



Condición: No se completaron los campos obligatorios.

- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUG1.1 Registrar Grupo.
- B-2 Regresa al paso 5 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



Trayectoria alternativa C:

Condición: *El grupo ya fue registrado.*

- C-1**  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUG1.1 Registrar Grupo**.
- C-2**  Regresa al paso **5** de la trayectoria principal.
- - - *Fin de trayectoria.*



11.16. CUG1.2 Modificar grupo



11.16.1. Resumen

Permite al actor modificar la información de un grupo y la asociación a un espacio, ya que esta asociación es parte del cromosoma del algoritmo encargado de generar la estructura educativa de la ESCOM.

11.16.2. Descripción

Caso de Uso:	CUG1.2 Modificar grupo
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Modificar
Prioridad:	Alta
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">● DONE:● DONE:● DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">● Subdirector Académico
Propósito:	Actualizar la información correspondiente a un grupo y su asociación a un espacio para ser parte de las entradas del algoritmo que hará los horarios.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">● Nivel: Se selecciona de una lista.● Turno: Se selecciona de una lista.● Número: Se selecciona de una lista.● Clave: Se selecciona de una lista.
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">● Nivel: Lo obtiene el sistema.● Turno: Lo obtiene el sistema.● Número: Lo obtiene el sistema.● Clave: Lo obtiene el sistema.● MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos indicando que la actualización se realizó correctamente.



Caso de Uso:	CUG1.2 Modificar grupo
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• RN-S1 Datos requeridos• RN-S2 Unicidad de elementos
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• MSG3 Falta dato obligatorio: Se muestra en la pantalla IUG1.2 Modificar Grupo indicando que faltan campos obligatorios por completar.• MSG6 Elemento duplicado: Se muestra en la pantalla IUG1.2 Modificar Grupo indicando que el grupo ya existe.
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUG1 Gestionar grupos.

11.16.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1 Solicita actualizar la información de un grupo oprimiendo el botón de la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
 - 2 Obtiene la información de los niveles del plan de estudio.
 - 3 Obtiene la información de los salones.
 - 4 Obtiene la información previamente registrada.
 - 5 Solicita la información a través de la pantalla IUG1.2 Modificar Grupo con la información obtenida.
 - 6 Completa la información solicitada.
 - 7 Solicita actualizar la información oprimiendo el botón . [Trayectoria A]
 - 8 Verifica que se hayan completado los campos obligatorios con base en la regla de negocios RN-S1 Datos requeridos. [Trayectoria B]
 - 9 Verifica que el grupo no se haya registrado previamente, con base en la regla de negocios RN-S2 Unicidad de elementos. [Trayectoria C]
 - 10 Actualiza la información del grupo.
 - 11 Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos, indicando que la información del grupo se actualizó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El actor desea cancelar la operación.


- A-1 Solicita cancelar la operación oprimiendo el botón .
 - A-2 Muestra la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa B:

Condición: No se completaron los campos obligatorios.



- B-1 Muestra el mensaje MSG3 Falta dato obligatorio en la pantalla IUG1.2 Modificar Grupo.



- B-2**  Regresa al paso 6 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.

Trayectoria alternativa C:

Condición: *El grupo ya fue registrado.*

- C-1**  Muestra el mensaje **MSG6 Elemento duplicado** en la pantalla **IUG1.2 Modificar Grupo**.
C-2  Regresa al paso 6 de la trayectoria principal.
- - - Fin de trayectoria.



11.17. CUG1.3 Eliminar grupo



11.17.1. Resumen

Permite al actor eliminar un grupo previamente registrado el cual se registró por error o ya no se utilizará.









11.17.2. Descripción

Caso de Uso:	CUG1.3 Eliminar grupo
Versión:	0.1
Administración de Requerimientos	
Autor:	Brenda Gómez Caballero
Evaluador:	
Operación:	Eliminación
Prioridad:	Media
Complejidad:	Baja
Volatilidad:	Muy baja
Madurez:	Alta
Estatus:	Edición
Fecha del último estatus:	
Revisión Versión 0.1	
Fecha:	
Evaluador:	
Resultado:	
Observaciones:	<ul style="list-style-type: none">• DONE:• DONE:• DONE:
Atributos	
Actor(es):	<ul style="list-style-type: none">• Subdirector Académico
Propósito:	Eliminar un grupo que fue registrado por error o que no se utilizará más.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Salidas:	<ul style="list-style-type: none">• MSG1 Operación Exitosa: Se muestra en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos indicando que el grupo se eliminó correctamente.
Precondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Que el grupo en cuestión no haya sido asociado con un espacio.
Postcondiciones:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Reglas de negocio:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguna
Errores:	<ul style="list-style-type: none">• Ninguno
Tipo:	Secundario, extiende del caso de uso CUG1 Gestionar Grupos.




11.17.3. Trayectorias del caso de uso

Trayectoria principal

- 1  Solicita eliminar un profesor oprimiendo el botón  de la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
 - 2  Verifica que el grupo no haya sido asociado a un espacio. [Trayectoria A]
 - 3  Solicita la confirmación a través del mensaje MSG2 Eliminar Elemento.
 - 4  Confirma eliminar el grupo oprimiendo el botón .
 - 5  Elimina el grupo.
 - 6  Muestra el mensaje MSG1 Operación Exitosa en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos indicando que el grupo se eliminó correctamente.
- - - Fin del caso de uso.

Trayectoria alternativa A:

Condición: El grupo ya fue asociado con un espacio.

- A-1**  Muestra el mensaje MSG5 No es posible eliminar un elemento en la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
- - - Fin del caso de uso.

11.18. Interfaces del módulo

11.18.1. Estructura Educativa

11.18.2. IUEE1 Gestionar Estructura Educativa

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar la información de las estructuras educativas que se han registrado, teniendo la posibilidad de modificar, eliminar, configurar el horario y consultar la estructura educativa generada.

Diseño

En la figura 11.4 se muestra la pantalla "Gestionar Estructura Educativa", por medio de la cual se muestra la información de las estructuras educativas registrados. La pantalla muestra el nombre y ciclo de la estructura educativa, ordenados de forma descendente por el ciclo escolar.

Nombre ▲	Ciclo	Acciones
opuesta de Hora	2018-2019 / 1	<div>Modificar</div> <div>Eliminar</div> <div>Asociar profesores</div> <div>Asociar grupos</div> <div>Horario</div> <div>Consultar</div>

Figura 11.4: IUEE1 Gestionar Estructura Educativa

Comandos

- : Permite al actor registrar una nueva estructura educativa, dirige a la pantalla [IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa](#).
- : Permite al actor modificar la información de la estructura educativa previamente registrada, dirige a la pantalla [IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa](#).



- **[Eliminar]** : Permite al actor eliminar una estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
- **[Horario]** : Permite al actor configurar el algoritmo para generar la estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1.4 Configurar Horario**.
- **[Consultar]** : Permite al actor consultar la información generada por el algoritmo, esta se visualiza en un archivo de excel.

11.18.3. IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar la información de la estructura educativa con el fin de que se puedan asociar a los profesores con las unidades de aprendizaje y la creación de grupos asociados a espacios.

Diseño

En la figura 11.5 se muestra la pantalla "Registrar Estructura Educativa", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar una estructura educativa.

Window Name

Registrar Estructura Educativa

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del proyecto

* Nombre :

* Ciclo escolar :

2018-2019 / 1
2018-2019 / 2
2019-2020 / 1
2019-2020 / 2

Aceptar Cancelar

Figura 11.5: IUEE1.1 Registrar Estructura Educativa

Comandos

- **[Aceptar]** : Permite al actor confirmar el registro de la información de la estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.



- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro de la información de la estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.

11.18.4. IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa

Objetivo

Esta pantalla permite al actor modificar la información de la estructura educativa con el fin de que se puedan asociar a los profesores con las unidades de aprendizaje y la creación de grupos asociados a espacios.

Diseño

En la figura 11.6 se muestra la pantalla "Modificar Estructura Educativa", a través de la cual se solicita la información necesaria para modificar una estructura educativa.

Window Name

Modificar Estructura Educativa

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del proyecto

* Nombre :

* Ciclo escolar :

2018-2019 / 1
2018-2019 / 2
2019-2020 / 1
2019-2020 / 2

Aceptar Cancelar

Figura 11.6: IUEE1.2 Modificar Estructura Educativa

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar la actualización de la información de la estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar la actualización de la información de la estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.



11.18.5. IUEE1.4 Configurar Horario

Objetivo

Esta pantalla permite al actor indicar el número de opciones de estructura educativa que puede generar el algoritmo.

Diseño

En la figura 11.7 se muestra la pantalla "Configurar Horario", a través de la cual se solicita la información necesaria para ejecutar el algoritmo encargado de generar la estructura educativa.

Window Name

Configurar Horario

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información de la configuración del horario

* Número de propuestas : 3

Generar horario Cancelar

Figura 11.7: IUEE1.4 Configurar Horario

Comandos

- **Generar Horario** : Permite al actor iniciar la creación de la estructura educativa, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar la configuración del horario, dirige a la pantalla **IUEE1 Gestionar Estructura Educativa**.

11.19. Interfaces del módulo

11.19.1. Asociación de Profesores

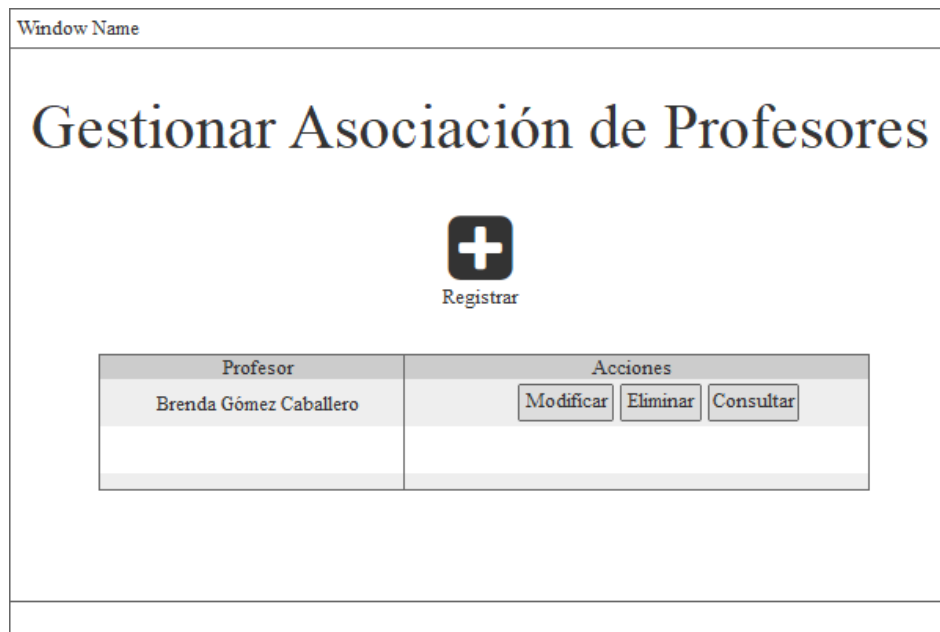
11.19.2. IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar la asociación de los profesores con la unidades de aprendizaje registradas, teniendo la posibilidad de modificar, eliminar y consultar la información previamente registrada.

Diseño



En la figura 11.8 se muestra la pantalla "Gestionar Asociación de Profesores", por medio de la cual se muestra la información de los profesores asociados a las unidades de aprendizaje. La pantalla muestra el nombre, primer apellido y segundo apellido del profesor, y el nombre de la unidad de aprendizaje ordenados de forma ascendente por el nombre del profesor.



Profesor	Acciones
Brenda Gómez Caballero	<input type="button" value="Modificar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Consultar"/>

Figura 11.8: IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores

Comandos

-  : Permite al actor registrar la asociación de un profesor, dirige a la pantalla [IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesor](#).
-  : Permite al actor modificar la asociación de un profesor previamente registrado, dirige a la pantalla [IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesor](#).



- **Eliminar** : Permite al actor eliminar la asociación de un profesor previamente registrada, dirige a la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesor**.
- **Consultar** : Permite al actor consultar la información registrada para la asociación de un profesor, dirige a la pantalla **IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor**.

11.19.3. IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesores

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje que impartirán. Esta asociación es utilizada por el algoritmo para generar los horarios.

Diseño

En la figura 11.9 se muestra la pantalla "Registrar Asociación de Profesor", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje.

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar el registro de la asociación del profesor, dirige a la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro de la asociación del profesor, dirige a la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores**.

11.19.4. IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesores

Objetivo

Esta pantalla permite al actor actualizar la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje que impartirán, que previamente se ha registrado. Esta asociación es utilizada por el algoritmo para generar los horarios.

Diseño

En la figura 11.10 se muestra la pantalla "Modificar Asociación de Profesor", a través de la cual se solicita la información necesaria para actualizar la asociación de un profesor con una o más unidades de aprendizaje.

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar la actualización de la asociación del profesor, dirige a la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar la actualización de la asociación del profesor, dirige a la pantalla **IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores**.



Window Name

Registrar Asociación de Profesor

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del profesor

* Nombre del profesor : ▼
Carlos Anibal Larios Moguel
José Antonio Ricardo Flores

* Horario de profesor : ▼
Vespertino

* Unidades de Aprendizaje que impartirá

Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería	<input type="text" value="0"/>
Física	<input type="text" value="0"/>
Ingeniería de Software	<input type="text" value="0"/>
Álgebra Lineal	<input type="text" value="0"/>

Figura 11.9: IUAP1.1 Registrar Asociación de Profesor



Window Name

Modificar Asociación de Profesor

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del profesor

* Nombre del profesor : ▼
Carlos Anibal Larios Moguel
José Antonio Ricardo Flores

* Horario de profesor : ▼
Vespertino

* Unidades de Aprendizaje que impartirá

Matemáticas Avanzadas para la Ingeniería	<input type="text" value="0"/>
Física	<input type="text" value="0"/>
Ingeniería de Software	<input type="text" value="0"/>
Álgebra Lineal	<input type="text" value="0"/>

Figura 11.10: IUAP1.2 Modificar Asociación de Profesor



11.19.5. IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor

Objetivo

Esta pantalla permite al actor consulta la información registrada de la asociación de un profesor. De este modo, se podrán visualizar con mayor detalle la asociación y el numero de veces que se impartirá.

Diseño

En la figura 11.11 se muestra la pantalla "Consultar Asociación de Profesor", a través de la cual se muestra la información correspondiente a la asociación de un profesor seleccionado.

Información del profesor	
Nombre del profesor :	Brenda Gómez Caballero
Horario :	Matutino

Unidades de Aprendizaje que impartirá	
Análisis y Diseño Orientado a Objetos	3
Ingeniería de Software	3

[Regresar](#)

Figura 11.11: IUAP1.4 Consultar Asociación de Profesor

Comandos

- [Regresar](#) : Permite al actor terminar con la consulta de la información de la asociación de un profesor en cuestión, dirige a la pantalla [IUAP1 Gestionar Asociación de Profesores](#).

11.20. Interfaces del módulo

11.20.1. Grupos

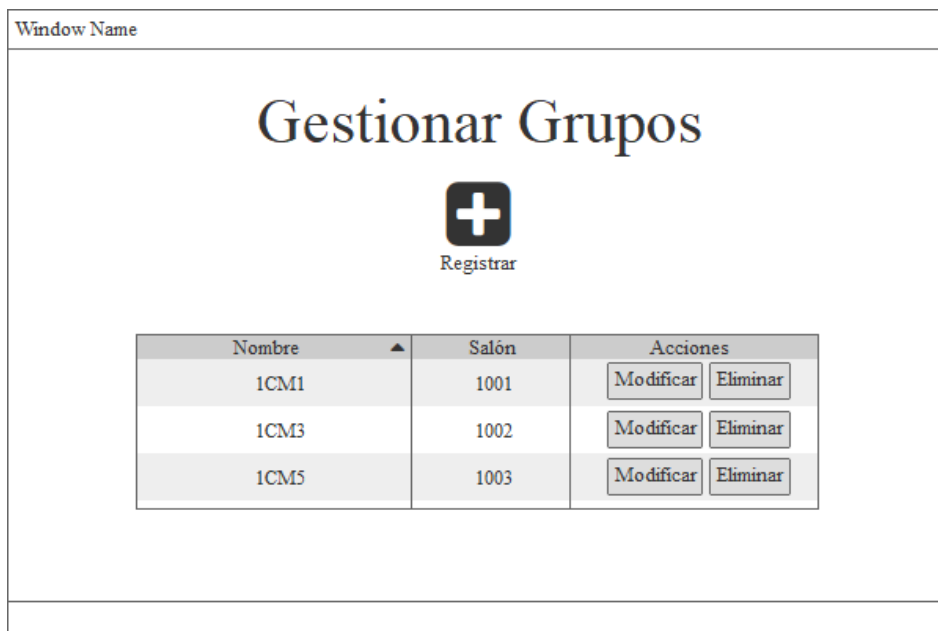
11.20.2. IUG1 Gestionar Grupos

Objetivo

Esta pantalla permite al actor visualizar los grupos que se han registrado, teniendo la posibilidad de modificar y eliminar la información previamente registrada de este.

Diseño




En la figura 11.12 se muestra la pantalla "Gestionar Grupos", por medio de la cual se muestra la información de los grupos registrados. La pantalla muestra el nombre y el salón del grupo, ordenados de forma ascendente por el nombre del grupo.



Nombre	Salón	Acciones
1CM1	1001	Modificar Eliminar
1CM3	1002	Modificar Eliminar
1CM5	1003	Modificar Eliminar

Figura 11.12: IUG1 Gestionar Grupos

Comandos

-  : Permite al actor registrar un nuevo grupo, dirige a la pantalla [IUG1.1 Registrar Grupo](#).
-  : Permite al actor modificar el contenido de un grupo previamente registrado, dirige a la pantalla [IUG1.2 Modificar Grupo](#).
-  : Permite al actor eliminar un grupo previamente registrado, dirige a la pantalla [IUG1 Gestionar Grupos](#).

11.20.3. IUG1.1 Registrar Grupo

Objetivo

Esta pantalla permite al actor registrar la información correspondiente a un grupo y la asociación de este con un espacio. Esta asociación forma parte del cromosoma que dará origen a la estructura educativa de la ESCOM.

Diseño

En la figura 11.13 se muestra la pantalla "Registrar Grupo", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un nuevo grupo.

Window Name

Registrar Grupo

Los campos marcados con * son obligatorios.

Información del grupo

* Nivel : 1

* Turno : CM
CV

* Número : 3

* Salón : 1001
1002
1003

Aceptar Cancelar

Figura 11.13: IUG1.1 Registrar Grupo

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar el registro del grupo, dirige a la pantalla **IUG1 Gestionar Grupos**.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar el registro de la información del grupo, dirige a la pantalla **IUG1 Gestionar Grupos**.

11.20.4. IUG1.2 Modificar Grupo

Objetivo

Esta pantalla permite al actor actualizar la información previamente registrada correspondiente a un grupo y la asociación de este con un espacio. Esta asociación forma parte del cromosoma que dará origen a la estructura educativa de la ESCOM.

Diseño

En la figura 11.14 se muestra la pantalla "Modificar Grupo", a través de la cual se solicita la información necesaria para registrar un nuevo grupo.

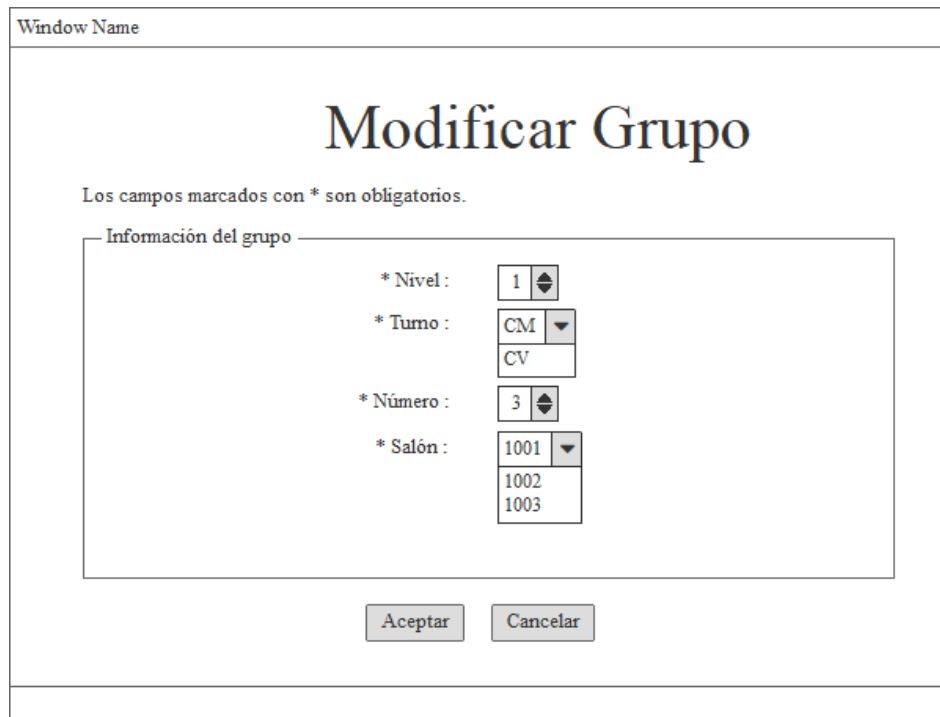


Figura 11.14: IUG1.2 Modificar Grupo

Comandos

- **Aceptar** : Permite al actor confirmar la actualización de la información del grupo, dirige a la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.
- **Cancelar** : Permite al actor cancelar la actualización de información del grupo, dirige a la pantalla IUG1 Gestionar Grupos.



11.21. Pruebas del módulo: Estructura Educativa

En este capítulo se describen los resultados de las pruebas realizadas del módulo de Estructura Educativa. En esta se incluyen las pruebas hechas a la estructura educativa, la asociación de los profesores y grupos.

Se considerarán:

- Trayectoria principal (T. P.).
- Trayectorias alternativas (T. A.).
- Reglas de negocio (R. N.).
- Mensajes (Msjs.).

11.21.1. Estructura Educativa

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUEE1: Gestionar estructura educativa	Si	No	Si	Si
CUEE1.1: Registrar estructura educativa	Si	No	Si	Si
CUEE1.2: Modificar estructura educativa	Si	No	Si	Si
CUEE1.3: Eliminar estructura educativa	Si	No	Si	Si
CUEE1.4: Configurar horario	Si	No	-	No
CUEE1.4: Consultar horario	Si	No	-	-

Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUEE1: Gestionar estructura educativa	Si	Si	Si	Si
CUEE1.1: Registrar estructura educativa	Si	Si	Si	Si
CUEE1.2: Modificar estructura educativa	Si	Si	Si	Si
CUEE1.3: Eliminar estructura educativa	Si	Si	Si	Si
CUEE1.4: Configurar horario	Si	Si	-	Si
CUEE1.4: Consultar horario	Si	Si	-	-

11.21.2. Asociación de profesores

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUAP1: Gestionar asociación de profesores	Si	No	Si	Si
CUAP1.1: Registrar asociación de profesor	Si	No	Si	Si
CUAP1.2: Modificar asociación de profesor	Si	No	Si	Si
CUAP1.3: Eliminar asociación de profesor	Si	No	Si	Si
CUAP1.4: Consultar asociación de profesor	Si	No	-	-



Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUAP1: Gestionar asociación de profesores	Si	Si	Si	Si
CUAP1.1: Registrar asociación de profesor	Si	Si	Si	Si
CUAP1.2: Modificar asociación de profesor	Si	Si	Si	Si
CUAP1.3: Eliminar asociación de profesor	Si	Si	Si	Si
CUAP1.4: Consultar asociación de profesor	Si	Si	-	-

11.21.3. Grupos

Primera prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUG1: Gestionar grupos	Si	No	Si	Si
CUG1.1: Registrar grupo	Si	No	Si	Si
CUG1.2: Modificar grupo	Si	No	Si	Si
CUG1.3: Eliminar grupo	Si	No	Si	Si
CUG1.4: Consultar grupo	Si	No	-	-

Segunda prueba

Caso de Uso	T. P.	T. A.	R. de N.	Msjs.
CUG1: Gestionar grupos	Si	Si	Si	Si
CUG1.1: Registrar grupo	Si	Si	Si	Si
CUG1.2: Modificar grupo	Si	Si	Si	Si
CUG1.3: Eliminar grupo	Si	Si	Si	Si
CUG1.4: Consultar grupo	Si	Si	-	-



Modelo de interacción con el usuario

12.1. Diseño de mensajes

En esta sección se describen los mensajes utilizados en el prototipo actual del sistema. Los mensajes se refieren a todos aquellos avisos que el sistema muestra al actor a través de la pantalla debido a diversas razones, por ejemplo: informar acerca de algún fallo en el sistema o para notificar acerca de alguna operación importante sobre la información.

12.2. Parámetros comunes

Cuando un mensaje es recurrente se parametrizan sus elementos, por lo que para definir el mensaje se utilizan parámetros, con el objetivo de que el mensaje sea genérico y pueda utilizarse en todos los casos que se considere necesario.

Los parámetros también se utilizan cuando la redacción del mensaje tiene datos que son ingresados por el actor o que dependen del resultado de la operación, por ejemplo: "El *programa académico Maestría en Derecho Constitucional* se editó exitosamente.". En este caso la redacción se presenta parametrizada de la forma: "DETERMINADO ENTIDAD VALOR se OPERACIÓN exitosamente." y los parámetros se describen de la siguiente forma:

- DETERMINADO ENTIDAD: Es un artículo determinado más el nombre de la entidad sobre la cual se realizó la acción.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es la clave o el nombre.
- OPERACIÓN: Es la acción que el actor solicitó realizar.

En el ejemplo anterior se hace referencia a VALOR, es decir: *Maestría en Derecho Constitucional* es el **valor** de la entidad **programa académico**. Cada mensaje enlista los parámetros que utiliza, sin embargo aquí se definen los más comunes a fin de simplificar la descripción de los mensajes:



ARTÍCULO: Se refiere a un *artículo* el cual puede ser DETERMINADO (El | La | Lo | Los | Las) o INDETERMINADO (Un | Una | Uno | Unos | Unas) se aplica generalmente sobre una ENTIDAD, ATRIBUTO o VALOR.

CAMPO: Se refiere a un campo del formulario. Por lo regular es el nombre de un atributo en una entidad.

CONDICIÓN: Define una expresión booleana cuyo resultado deriva en *falso* o *verdadero* y suele ser la causa del mensaje.

DATO: Es un sustantivo y generalmente se refiere a un atributo de una entidad descrito en el modelo estructural del negocio.

ENTIDAD: Es un sustantivo y generalmente se refiere a una entidad del modelo estructural del negocio.

OPERACIÓN: Se refiere a una acción que se debe realizar sobre los datos de una o varias entidades. Por ejemplo: registrar, eliminar, actualizar, etc. Comúnmente la OPERACIÓN va concatenada con el sustantivo, por ejemplo: registro de un diplomado, registro de una materia, eliminar una materia derivada, etc.

VALOR: Es un sustantivo concreto y generalmente se refiere a un valor en específico. Por ejemplo: "Diplomado en Derecho Electoral", que es un valor concreto del DATO de la ENTIDAD "diplomado".

TAMAÑO: Es el tamaño del atributo de una entidad, el cual se encuentra definido en el diccionario de datos.

MOTIVO: Es una explicación acerca de la operación que se pretende realizar.

12.3. Mensajes a través de la pantalla

MSG1 Operación exitosa



Tipo: Notificación

Ubicación: En la parte superior de la pantalla

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor que la acción solicitada fue realizada exitosamente.

Redacción: • DETERMINADO ENTIDAD VALOR se OPERACIÓN exitosamente.

- DETERMINADO ACTOR se OPERACIÓN exitosamente.
- DETERMINADO ENTIDAD se OPERACIÓN exitosamente.

Parámetros: El mensaje se muestra con base en los siguientes parámetros:

- DETERMINADO ENTIDAD: Es un artículo determinado más el nombre de la entidad sobre la cual se realizó la acción.
- DETERMINADO ACTOR: Es el artículo determinado más el actor a la que se aplicó la operación.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es la clave o el nombre.
- OPERACIÓN: Es la acción que el actor solicitó realizar, redactada en pasado.



- Ejemplo:**
- La materia Estado regulador se registró exitosamente.
 - La asistencia se registró exitosamente.
 - La justificación de asistencia se registró exitosamente.

MSG2 Eliminar Elemento



Tipo: Confirmación

Ubicación: Ventana emergente.

Estatus: Terminado

Objetivo: Notificar al actor que está a punto de eliminar un elemento y que se necesita su aprobación para ello.

Redacción: ¿Desea eliminar DETERMINADO ELEMENTO VALOR?

Parámetros: El mensaje se muestra con base en los siguientes parámetros:

- DETERMINADO ELEMENTO: Es el elemento que se requiere eliminar.
- VALOR: Es el valor asignado al atributo de la entidad, generalmente es la clave o el nombre.

Ejemplo: ¿Desea eliminar la versión 2016?

MSG3 Falta dato obligatorio



Tipo: Error

Ubicación: Debajo del campo donde ocurrió el error

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor la omisión de algún dato obligatorio por ingresar.

Redacción: Campo obligatorio.

MSG4 Formato de campo incorrecto



Tipo: Error

Ubicación: Debajo del campo donde ocurrió el error.

Estatus:

Objetivo: Indicar al actor que el dato ingresado en alguno de los campos del formulario no cumple con el tipo de dato y longitud definido en el diccionario de datos.

Redacción: El dato ingresado es incorrecto, favor de ingresar un dato válido.



MSG5 No es posible eliminar un elemento



Tipo: Error

Ubicación: Ventana emergente

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor que no es posible eliminar un elemento debido a que ya ha sido asociado a otro elemento.

Redacción: No es posible eliminar el elemento, este ya fue asociado a otro elemento.

MSG7 No existe información necesaria en el sistema



Tipo: Error

Ubicación: En la parte superior de la pantalla.

Estatus:

Objetivo: Notificar al actor que no hay información necesaria en el sistema para ejecutar la operación solicitada.

Redacción: Falta información necesaria en el sistema para poder realizar esta operación.

CAPÍTULO 13

Módulo de Optimización



13.1. Modelo de comportamiento del módulo: SistemaMódulo de Optimización

En esta sección del documento se pretende explicar el comportamiento y funcionamiento de los distintos prototipos y versiones de los algoritmos usados para optimizar los horarios.

13.1.1. Prototipo1 del algoritmo de optimización

Tenemos que nuestras variables son Materia, Profesor, Grupo, Salón y Horario. Consideramos que no todos los profesores pueden impartir todas las materias por lo que se toma una variable MP la cuál es un arreglo de Tuplas Materia-Profesor que indica las materias que imparte cada profesor, de igual manera sabemos que los grupos son asignados a un salón de manera previa por lo que tenemos la variable GS la cuál lleva el Id de la tupla Grupo-Salón.

Teniendo en cuenta lo anterior y los conceptos de cómputo evolutivo expresados con anterioridad, tenemos que el cromosoma de los individuos que comprenden a nuestra población serán construidos con las tres variables mencionadas. De esta manera el cromosoma se puede representar de esta manera : (MP,GS,H).

Como se explicó anteriormente los algoritmos evolutivos tienen una estructura similar por lo que tenemos el siguiente pseudocódigo para representar nuestro algoritmo.

Algorithm 2: Algoritmo Principal Tlamantinime

```
1  inicializar los arreglos globales de valores MP, GS y H
2  inicializar el numero de iteraciones N
3  inicializar poblacionaux
4  poblacion = generarPoblacion()
5  y = 1
6  calificacion = 0
7  calificacionaux = 0
8  while y <= N do
9      calificacion = evalua(poblacion)
10     poblacionaux = poblacion
11     ran = random(0,1)
12     if ran == 1 then
13         poblacionaux = mutarHorarios(poblacionaux)
14     else
15         poblacionaux = mutarGrupos(poblacionaux)
16     end
17     calificacionaux = evalua(poblacionaux)
18     if calificacionaux <= calificacion then
19         poblacion = poblacionaux
20     end
21     incrementar y en 1
22 end
```

Siguiendo el pseudocódigo del algoritmo, después de inicializar las variables con la información que



utilizaremos para crear la estructura educativa, utilizamos la función `generarPoblacion()` para crear la población inicial con la cual trabajaremos. A continuación entramos a un ciclo que se detiene con el criterio de paro que hemos definido experimentalmente como un número de iteraciones, dentro del ciclo evaluamos la población inicial y creamos una copia de la misma, seleccionamos de manera aleatoria cualquiera de los dos operadores de mutación que hemos definido y operamos dicha mutación sobre la copia de la población inicial. Evaluamos la población mutada y comparamos contra la población inicial, la que sea determinada como mejor adaptada o, lo que es lo mismo, con la mejor calificación, será aquella con la que realizaremos la mutación en la siguiente iteración de forma que obtengamos el mejor resultado posible antes de alcanzar el número de iteraciones definido como criterio de paro.

Función: generar Poblacion

Esta función genera una población inicial, tradicionalmente la población inicial debe ser completamente aleatoria, sin embargo esto podría significar nunca encontrar una solución viable a partir de la misma. La función definida genera una población viable cuidando las restricciones esenciales y utilizando todos los atributos contenidos en el arreglo MP asegurando que todos los profesores impartan todas sus clases a



pesar de las mutaciones, mientras se verifica que los profesores no tengan traslapes.

Algorithm 3: generarPoblacion()

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos que debe tener la población
2  inicializar matrices binarias MG, PH, GH
3  inicializar variable poblacion y la variable individuo como arreglos
4  K = 1
5  pmi = [0,0]
6  t = 0
7  g = 0
8  profesor = 0
9  materia = 0
10 condicion = 0
11 while k <= Tamano do
12     pmi ← individuo del arreglo MP sin repeticion
13     materia = pmi[0]
14     profesor = pmi[1]
15     while condicion != 1 do
16         t ← individuo del arreglo H
17         g ← individuo del arreglo GS
18         if MG[materia][g] == 0 then
19             if PH[profesor][t] == 0 then
20                 if GH[g][t] == 0 then
21                     PH[profesor][t] = 1
22                     MG[materia][g] = 1
23                     GH[g][t] = 1
24                     condicion = 1
25                     individuo = [pmi,g,t]
26                     poblacion[k]= individuo
27                 end
28             end
29         end
30         incrementar k en 1
31     end
32     return poblacion
33 end
```

Función: evalua

Para evaluar a un individuo tomamos en cuenta las siguientes restricciones con su respectiva penalización. La penalización es mayor cuando se viola una restricción esencial(hard constraint) y menor cuando se viola una restricción no esencial(soft constraint).

- Un profesor no puede dar clase en dos grupos al mismo tiempo. Penalización = 30
- No se pueden impartir dos clases al mismo tiempo en un grupo. Penalización = 30
- No se debe impartir dos veces la misma materia en un grupo. Penalización = 10



-
- El horario de un grupo debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - El horario de un profesor debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - Se debe evitar que un profesor imparta dos materias distintas en el mismo grupo. Penalizacion = 1

La calificación que devuelve esta función es una sumatoria de todas las penalizaciones que se dan por infringir alguna restricción.





```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos de la población que recibe
2  inicializar matrices binarias MGE, PHE, GHE,PGE
3  inicializar variable individuo como arreglo
4  calificacion = 0
5  profesor = 0
6  materia = 0
7  grupo = 0
8  horario = 0
9  k = 0
10 while k <= Tamano do
11     individuo ← individuo de la población de individuos
12     materia = individuo[0][0]
13     profesor = individuo[0][1]
14     grupo = individuo[1]
15     horario = individuo[2]
16     incrementar phe[profesor][hora] en 1
17     incrementar mge[materia][grupo] en 1
18     incrementar ghe[grupo][hora] en 1
19     incrementar pge[profesor][grupo] en 1
20     if PHE[profesor][horario] > 1 then
21         | incrementar calificacion en 30
22     if GHE[grupo][hora] > 1 then
23         | incrementar calificacion en 30
24     if MGE[materia][grupo] > 1 then
25         | incrementar calificacion en 10
26     if PGE[profesor][grupo] then
27         | incrementar calificacion en 1
28     if PHE[profesor][1]==1 then
29         | if PHE[profesor][2]==0 then
30             | | if PHE[profesor][3]==0 then
31                 | | | incrementar calificacion en 2
32     if PHE[profesor][2]==1 then
33         | if PHE[profesor][3]==0 then
34             | | if PHE[profesor][4]==0 then
35                 | | | incrementar calificacion en 2
36     if PHE[profesor][3]==1 then
37         | if PHE[profesor][4]==0 then
38             | | if PHE[profesor][5]==0 then
39                 | | | incrementar calificacion en 2
40     if PHE[profesor][4]==1 then
41         | if PHE[profesor][5]==0 then
42             | | if PHE[profesor][6]==0 then
43                 | | | incrementar calificacion en 2
```



Algorithm 4: evalua(individuos)

```
45
46   if GHE[grupo][1]==1 then
47       if GHE[grupo][2]==0 then
48           if GHE[grupo][3]==0 then
49               incrementar calificacion en 2
50   if GHE[grupo][2]==1 then
51       if GHE[grupo][3]==0 then
52           if GHE[grupo][4]==0 then
53               incrementar calificacion en 2
54   if GHE[grupo][3]==1 then
55       if GHE[grupo][4]==0 then
56           if GHE[grupo][5]==0 then
57               incrementar calificacion en 2
58   if GHE[grupo][4]==1 then
59       if GHE[grupo][5]==0 then
60           if GHE[grupo][6]==0 then
61               incrementar calificacion en 2
62 return calificacion;
```



Funciones: mutación

Se definieron dos funciones de mutación, en ambos casos estamos considerando que dado el espacio limitado que tenemos para generar dichos cambios, aplicamos la mutación al mismo tiempo en dos cromosomas distintos de esta manera se busca mantener la viabilidad del resultado. La primera función de mutación actúa sobre el gen GS de manera que el profesor sigue impartiendo una materia en el mismo horario pero en un grupo distinto, lo cual mitiga los casos en que un profesor imparte dos materias distintas en el mismo grupo o los casos en que una materia se imparte dos veces en el mismo grupo.

Algorithm 5: mutacionGrupos(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 grupo1 = 0
3 grupo2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 grupo1 = aux1[1]
7 grupo2 = aux2[1]
8 aux1[1] = grupo2
9 aux2[1] = grupo1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

La segunda función actúa sobre el gen H manteniendo los profesores y las materias en el mismo grupo pero modificando de esta manera el horario en que la imparten, con esto se busca mitigar los traslapes en grupos y profesores a demás de reducir los huecos en los horarios de los profesores.

Algorithm 6: mutacionHorarios(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 horario1 = 0
3 horario2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 horario1 = aux1[2]
7 horario2 = aux2[2]
8 aux1[2] = horario2
9 aux2[2] = horario1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

Resultado

Como resultado de este prototipo tenemos que las funciones crean un horario mejor que el actual de ESCOM para el espacio de prueba utilizado de acuerdo a nuestros criterios, el propósito de este prototipo fue generar las funciones que se van a utilizar y comprobar su correcto funcionamiento, aunado a esto pudimos determinar el número de iteraciones necesarias para llegar al mejor resultado posible de forma



que las mismas se puedan considerar un criterio de paro.

Como parte negativa tenemos que nunca se logra una calificación perfecta (igual a 0), teniendo como mejor calificación lograda en las pruebas el 42.

13.1.2. Prototipo2 del algoritmo de optimización

Teniendo en cuenta los resultados del prototipo 1, tomamos las funciones ya definidas sin embargo, de acuerdo a las pruebas del prototipo 1, se notó que el resultado nunca llegaba al óptimo y se detenía el progreso en el rededor del valor de 42, siendo esto sospechoso se notó un error en la función de evaluación, al analizar los llamados huecos se estaba cometiendo un error que penalizaba a los profesores con una sola clase.

Al corregir el error mencionado en la función de evaluación junto con algunos arreglos menores se logró llegar a una calificación de 0, lo cuál es la calificación óptima. Tener una calificación óptima se tomó en cuenta como uno de los criterios de paro de la función, por otro lado de acuerdo a la complejidad del problema, la probabilidad de no alcanzar esta calificación es alta por lo que alternativamente se utiliza como criterio de paro un número de iteraciones definido de forma experimental.

A continuación se muestra el pseudocódigo de las funciones utilizadas para el presente prototipo.

Algorithm 7: Algoritmo Principal Tlamantinime

```
1  inicializar los arreglos globales de valores MP, GS y H
2  inicializar el numero de iteraciones N
3  inicializar poblacionaux
4  poblacion = generarPoblacion()
5  y = 1
6  calificacion = 0
7  calificacionaux = 0
8  for y <= N do
9      calificacion = evalua(poblacion)
10     poblacionaux = poblacion
11     ran = random(0,1)
12     if ran == 1 then
13         | poblacionaux = mutarHorarios(poblacionaux)
14     else
15         | poblacionaux = mutarGrupos(poblacionaux)
16     end
17     calificacionaux = evalua(poblacionaux)
18     if calificacionaux <= calificacion then
19         | poblacion = poblacionaux
20     end
21     if calificacion == 0 then
22         | break
23     end
24     incrementar y en 1
25 end
```



Siguiendo el pseudocódigo del algoritmo, después de inicializar las variables con la información que utilizaremos para crear la estructura educativa, utilizamos la función `generarPoblacion()` para crear la población inicial con la cual trabajaremos. A continuación entramos a un ciclo que se detiene con alguno de los criterios de paro que hemos definido experimentalmente ya sea el número de iteraciones o la calificación óptima, dentro del ciclo evaluamos la población inicial y creamos una copia de la misma, seleccionamos de manera aleatoria cualquiera de los dos operadores de mutación que hemos definido y operamos dicha mutación sobre la copia de la población inicial. Evaluamos la población mutada y comparamos contra la población inicial, la que sea determinada como mejor adaptada o, lo que es lo mismo, con la mejor calificación, será aquella con la que realizaremos la mutación en la siguiente iteración de forma que obtengamos la población se mantenga o mejore con cada iteración.

Función: generar Poblacion

Esta función genera una población inicial, tradicionalmente la población inicial debe ser completamente aleatoria, sin embargo esto podría significar nunca encontrar una solución viable a partir de la misma. La función definida genera una población viable cuidando las restricciones esenciales y utilizando todos los atributos contenidos en el arreglo MP asegurando que todos los profesores impartan todas sus clases a



pesar de las mutaciones, mientras se verifica que los profesores no tengan traslapes.

Algorithm 8: generarPoblacion()

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos que debe tener la población
2  inicializar matrices binarias MG, PH, GH
3  inicializar variable poblacion y la variable individuo como arreglos
4  K = 1
5  pmi = [0,0]
6  t = 0
7  g = 0
8  profesor = 0
9  materia = 0
10 condicion = 0
11 while k <= Tamano do
12     pmi ← individuo del arreglo MP sin repeticion
13     materia = pmi[0]
14     profesor = pmi[1]
15     while condicion != 1 do
16         t ← individuo del arreglo H
17         g ← individuo del arreglo GS
18         if MG[materia][g] == 0 then
19             if PH[profesor][t] == 0 then
20                 if GH[g][t] == 0 then
21                     PH[profesor][t] = 1
22                     MG[materia][g] = 1
23                     GH[g][t] = 1
24                     condicion = 1
25                     individuo = [pmi,g,t]
26                     poblacion[k]= individuo
27                 end
28             end
29         end
30         incrementar k en 1
31     end
32     return poblacion
33 end
```

Función: evalua

Para evaluar a un individuo tomamos en cuenta las siguientes restricciones con su respectiva penalización. La penalización es mayor cuando se viola una restricción esencial(hard constraint) y menor cuando se viola una restricción no esencial(soft constraint).

- Un profesor no puede dar clase en dos grupos al mismo tiempo. Penalización = 30
- No se pueden impartir dos clases al mismo tiempo en un grupo. Penalización = 30
- No se debe impartir dos veces la misma materia en un grupo. Penalización = 30



-
- El horario de un grupo debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - El horario de un profesor debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - Se debe evitar que un profesor imparta dos materias distintas en el mismo grupo. Penalizacion = 1

La calificación que devuelve esta función es una sumatoria de todas las penalizaciones que se dan por infringir alguna restricción.



Algorithm 9: evalua(individuos)

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos de la población que recibe
2  inicializar matrices binarias MGE, PHE, GHE,PGE
3  inicializar variable individuo como arreglo
4  calificacion = 0
5  profesor = 0
6  materia = 0
7  grupo = 0
8  horario = 0
9  k = 0
10 while  $k \leq Tamano$  do
11     individuo  $\leftarrow$  individuo de la población de individuos
12     materia = individuo[0][0]
13     profesor = individuo[0][1]
14     grupo = individuo[1]
15     horario = individuo[2]
16     incrementar phe[profesor][hora] en 1
17     incrementar mge[materia][grupo] en 1
18     incrementar ghe[grupo][hora] en 1
19     incrementar pge[profesor][grupo] en 1
20     if PHE[profesor][horario] > 1 then
21         | incrementar calificacion en 30
22     if GHE[grupo][hora] > 1 then
23         | incrementar calificacion en 30
24     if MGE[materia][grupo] > 1 then
25         | incrementar calificacion en 30
26     if PGE[profesor][grupo] then
27         | incrementar calificacion en 1
28     if PHE[profesor][1]==1 AND PHE[profesor][2]==0 AND PHE[profesor][3]==0 then
29         | if PHE[profesor][4] == 1 OR PHE[profesor][5] == 1 OR PHE[profesor][6] == 1 OR
30         | PHE[profesor][7] == 1 then
31         | | incrementar calificacion en 2
32     if PHE[profesor][2]==1 AND PHE[profesor][3]==0 AND PHE[profesor][4]==0 then
33         | if PHE[profesor][5] == 1 OR PHE[profesor][6] == 1 OR PHE[profesor][7] == 1 then
34         | | incrementar calificacion en 2
35     if PHE[profesor][3]==1 AND PHE[profesor][4]==0 AND PHE[profesor][5]==0 then
36         | if PHE[profesor][6] == 1 OR PHE[profesor][7] == 1 then
37         | | incrementar calificacion en 2
38     if PHE[grupo][4]==1 AND PHE[grupo][5]==0 AND PHE[grupo][6]==0 then
39         | if PHE[grupo][7] == 1 then
40         | | incrementar calificacion en 2
```



Algorithm 10: evalua(individuos)

```
45
46   if GHE[grupo][1]==1 AND GHE[grupo][2]==0 AND GHE[grupo][3]==0 then
47       if GHE[grupo][4] == 1 OR GHE[grupo][5] == 1 OR GHE[grupo][6] == 1 OR
48           GHE[grupo][7] == 1 then
49           incrementar calificacion en 2
49   if GHE[grupo][2]==1 AND GHE[grupo][3]==0 AND GHE[grupo][4]==0 then
50       if GHE[grupo][5] == 1 OR GHE[grupo][6] == 1 OR GHE[grupo][7] == 1 then
51           incrementar calificacion en 2
52   if GHE[grupo][3]==1 AND GHE[grupo][4]==0 AND GHE[grupo][5]==0 then
53       if GHE[grupo][6] == 1 OR GHE[grupo][7] == 1 then
54           incrementar calificacion en 2
55   if GHE[grupo][4]==1 AND GHE[grupo][5]==0 AND GHE[grupo][6]==0 then
56       if GHE[grupo][7] == 1 then
57           incrementar calificacion en 2
58 return calificacion;
```

Funciones: mutación

Se definieron dos funciones de mutación, en ambos casos estamos considerando que dado el espacio limitado que tenemos para generar dichos cambios, aplicamos la mutación al mismo tiempo en dos cromosomas distintos de esta manera se busca mantener la viabilidad del resultado. La primera función de mutación actúa sobre el gen GS de manera que el profesor sigue impartiendo una materia en el mismo horario pero en un grupo distinto, lo cual mitiga los casos en que un profesor imparte dos materias distintas en el mismo grupo o los casos en que una materia se imparte dos veces en el mismo grupo.

Algorithm 11: mutacionGrupos(poblacion)

```
1  inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2  grupo1 = 0
3  grupo2 = 0
4  aux1 ← individuo de la poblacion
5  aux2 ← individuo de la poblacion
6  grupo1 = aux1[1]
7  grupo2 = aux2[1]
8  aux1[1] = grupo2
9  aux2[1] = grupo1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

La segunda función actúa sobre el gen H manteniendo los profesores y las materias en el mismo grupo pero modificando de esta manera el horario en que la imparten, con esto se busca mitigar los traslapes en grupos y profesores a demás de reducir los huecos en los horarios de los profesores.



Algorithm 12: mutacionHorarios(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 horario1 = 0
3 horario2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 horario1 = aux1[2]
7 horario2 = aux2[2]
8 aux1[2] = horario2
9 aux2[2] = horario1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

Resultado

Como resultado de este prototipo tenemos que las funciones crean un horario mejor que el actual de ESCOM para el espacio de prueba utilizado de acuerdo a nuestros criterios, el propósito de este prototipo fue corregir los errores encontrados en el prototipo 1, aunado a esto pudimos determinar un nuevo criterio de paro teniendo en cuenta que utilizamos un número de iteraciones determinado de forma experimental y el momento en que la calificación llega a 0 la cuál es la mejor calificación alcanzable para este problema.

Como parte negativa tenemos que como tal aunque sirve para probar las funciones y los conceptos, este algoritmo sólo tiene un individuo en la población inicial y solo genera un resultado.

13.1.3. Prototipo3 del algoritmo de optimización

Tomando en cuenta los resultados del segundo prototipo, utilizamos las funciones anteriores para avanzar más, en este caso el prototipo 2 utilizaba las funciones para realizar un sólo individuo, llámese individuo a una estructura educativa. Sin embargo para esta versión se han realizado las adecuaciones necesarias para generar no uno si no varios individuos.

En este caso tenemos que la población inicial tiene un tamaño que hemos determinado de manera experimental, así mismo de acuerdo a los objetivos de el presente trabajo, tenemos que se puede elegir el número de resultados que arroja el algoritmo, entre 1 y 10 según lo acordado con el profesor Iván Giovanni Mosso.

Como se explicó anteriormente los algoritmos evolutivos tienen una estructura similar por lo que tenemos el siguiente pseudocódigo para representar nuestro algoritmo. Se reemplazó dentro de la función principal la función generaPoblacion por poblacionEvaluada. La diferencia es que la función poblacionEvaluada genera una matriz con un número de filas igual al número de individuos determinado y donde la primer columna es contiene una estructura educativa y su segunda columna contiene la evaluación correspondiente a dicho individuo.



Algorithm 13: principal(número iteraciones,tamaño poblacion, resultados deseados)

```
1  inicializar los arreglos globales de valores MP, GS y H
2  inicializar el numero de iteraciones N
3  inicializar el tamaño de la población inicial IND
4  inicializar el número de resultados deseados DESEADOS
5  inicializar poblacionaux
6  poblacion = poblacionEvaluada(IND,MP,H,GS)
7  poblacionaux = poblacion
8  y = 1
9  i = 1
10 stop = 0
11 for y <= N do
12   for i <= IND do
13     if poblacionaux[i][1] != 0 then
14       a
15     end
16     ux = mutacionGrupos(mutacionHorarios(poblacionaux[i][0]))
17     poblacionaux[i][0] = aux
18     poblacionaux[i][1] = evalua(aux)
19     if poblacion[i][1] == 0 then
20       incrementar stop en 1
21     end
22     incrementar i en 1
23   end
24   if stop == DESEADOS then
25     break;
26   end
27   incrementar y en 1
28 end
29 return poblacionaux
```

Función: generar Poblacion

Esta función genera una población inicial, tradicionalmente la población inicial debe ser completamente aleatoria, sin embargo esto podría significar nunca encontrar una solución viable a partir de la misma. La función definida genera una población viable cuidando las restricciones esenciales y utilizando todos los atributos contenidos en el arreglo MP asegurando que todos los profesores impartan todas sus clases a



pesar de las mutaciones, mientras se verifica que los profesores no tengan traslapes. A de

Algorithm 14: generarPoblacion(MP,H,GS)

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos que debe tener la población
2  inicializar matrices binarias MG, PH, GH
3  inicializar variable poblacion y la variable individuo como arreglos
4  K = 1
5  pmi = [0,0]
6  t = 0
7  g = 0
8  profesor = 0
9  materia = 0
10 condicion = 0
11 while k <= Tamano do
12     pmi ← individuo del arreglo MP sin repeticion
13     materia = pmi[0]
14     profesor = pmi[1]
15     while condicion! = 1 do
16         t ← individuo del arreglo H
17         g ← individuo del arreglo GS
18         if MG[materia][g] == 0 then
19             if PH[profesor][t] == 0 then
20                 if GH[g][t] == 0 then
21                     PH[profesor][t] = 1
22                     MG[materia][g] = 1
23                     GH[g][t] = 1
24                     condicion = 1
25                     individuo = [pmi,g,t]
26                     poblacion[k]= individuo
27                 end
28             end
29         end
30         incrementar k en 1
31     end
32     return poblacion
33 end
```

Función: evalua

Para evaluar a un individuo tomamos en cuenta las siguientes restricciones con su respectiva penalización. La penalización es mayor cuando se viola una restricción esencial(hard constraint) y menor cuando se viola una restricción no esencial(soft constraint).

- Un profesor no puede dar clase en dos grupos al mismo tiempo. Penalización = 30
- No se pueden impartir dos clases al mismo tiempo en un grupo. Penalización = 30
- No se debe impartir dos veces la misma materia en un grupo. Penalización = 30



-
- El horario de un grupo debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - El horario de un profesor debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 2
 - Se debe evitar que un profesor imparta dos materias distintas en el mismo grupo. Penalizacion = 1

La calificación que devuelve esta función es una sumatoria de todas las penalizaciones que se dan por infringir alguna restricción.



Algorithm 15: evalua(individuos)

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos de la población que recibe
2  inicializar matrices binarias MGE, PHE, GHE,PGE
3  inicializar variable individuo como arreglo
4  calificacion = 0
5  profesor = 0
6  materia = 0
7  grupo = 0
8  horario = 0
9  k = 0
10 while  $k \leq Tamano$  do
11     individuo  $\leftarrow$  individuo de la población de individuos
12     materia = individuo[0][0]
13     profesor = individuo[0][1]
14     grupo = individuo[1]
15     horario = individuo[2]
16     incrementar phe[profesor][hora] en 1
17     incrementar mge[materia][grupo] en 1
18     incrementar ghe[grupo][hora] en 1
19     incrementar pge[profesor][grupo] en 1
20     if PHE[profesor][horario] > 1 then
21         | incrementar calificacion en 30
22     if GHE[grupo][hora] > 1 then
23         | incrementar calificacion en 30
24     if MGE[materia][grupo] > 1 then
25         | incrementar calificacion en 30
26     if PGE[profesor][grupo] then
27         | incrementar calificacion en 1
28     if PHE[profesor][1]==1 AND PHE[profesor][2]==0 AND PHE[profesor][3]==0 then
29         | if PHE[profesor][4] == 1 OR PHE[profesor][5] == 1 OR PHE[profesor][6] == 1 OR
30         | PHE[profesor][7] == 1 then
31         | | incrementar calificacion en 2
32     if PHE[profesor][2]==1 AND PHE[profesor][3]==0 AND PHE[profesor][4]==0 then
33         | if PHE[profesor][5] == 1 OR PHE[profesor][6] == 1 OR PHE[profesor][7] == 1 then
34         | | incrementar calificacion en 2
35     if PHE[profesor][3]==1 AND PHE[profesor][4]==0 AND PHE[profesor][5]==0 then
36         | if PHE[profesor][6] == 1 OR PHE[profesor][7] == 1 then
37         | | incrementar calificacion en 2
38     if PHE[grupo][4]==1 AND PHE[grupo][5]==0 AND PHE[grupo][6]==0 then
39         | if PHE[grupo][7] == 1 then
40         | | incrementar calificacion en 2
```



Algorithm 16: evalua(individuos)

```
45
46  if GHE[grupo][1]==1 AND GHE[grupo][2]==0 AND GHE[grupo][3]==0 then
47      if GHE[grupo][4] == 1 OR GHE[grupo][5] == 1 OR GHE[grupo][6] == 1 OR
48          GHE[grupo][7] == 1 then
49          incrementar calificacion en 2
49  if GHE[grupo][2]==1 AND GHE[grupo][3]==0 AND GHE[grupo][4]==0 then
50      if GHE[grupo][5] == 1 OR GHE[grupo][6] == 1 OR GHE[grupo][7] == 1 then
51          incrementar calificacion en 2
52  if GHE[grupo][3]==1 AND GHE[grupo][4]==0 AND GHE[grupo][5]==0 then
53      if GHE[grupo][6] == 1 OR GHE[grupo][7] == 1 then
54          incrementar calificacion en 2
55  if GHE[grupo][4]==1 AND GHE[grupo][5]==0 AND GHE[grupo][6]==0 then
56      if GHE[grupo][7] == 1 then
57          incrementar calificacion en 2
58 return calificacion;
```

Función: Población evaluada

Para generar varios individuos utilizando las funciones definidas se creó esta función, la cuál utiliza la función generar Población así como la función evalua. De forma que recibe como parámetros el tamaño de la población deseada y los arreglos materia-profesor, horario y grupo-salón. Utilizando dicha información y las funciones mencionadas, devuelve una matriz con un número de filas igual al número de individuos determinado y donde la primera columna contiene una estructura educativa y su segunda columna contiene la evaluación correspondiente a dicho individuo. Dicha matriz es nuestra población inicial con sus respectivas evaluaciones de forma que sea más sencillo manejar los resultados.

Algorithm 17: poblacionEvaluada(IND,MP,H,GS)

```
1  inicializar las variables aux y pcalif como arreglos
2  inicializar variables tt y eva i = 0
3  for i <= IND do
4      tt = generarPoblacion(MP,H,GS)
5      eva = evalua(tt)
6      aux = [tt,eva]
7      pcalif[i] = aux
8  end
9  return pcalif
```

Funciones: mutación

Se definieron dos funciones de mutación, en ambos casos estamos considerando que dado el espacio limitado que tenemos para generar dichos cambios, aplicamos la mutación al mismo tiempo en dos



cromosomas distintos de esta manera se busca mantener la viabilidad del resultado. La primera función de mutación actúa sobre el gen GS de manera que el profesor sigue impartiendo una materia en el mismo horario pero en un grupo distinto, lo cual mitiga los casos en que un profesor imparte dos materias distintas en el mismo grupo o los casos en que una materia se imparte dos veces en el mismo grupo.

Algorithm 18: mutacionGrupos(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 grupo1 = 0
3 grupo2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 grupo1 = aux1[1]
7 grupo2 = aux2[1]
8 aux1[1] = grupo2
9 aux2[1] = grupo1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

La segunda función actúa sobre el gen H manteniendo los profesores y las materias en el mismo grupo pero modificando de esta manera el horario en que la imparten, con esto se busca mitigar los traslapes en grupos y profesores a demás de reducir los huecos en los horarios de los profesores.

Algorithm 19: mutacionHorarios(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 horario1 = 0
3 horario2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 horario1 = aux1[2]
7 horario2 = aux2[2]
8 aux1[2] = horario2
9 aux2[2] = horario1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

Resultado

Como resultado de este prototipo tenemos que las funciones crean un horario mejor que el actual de ESCOM para el espacio de prueba utilizado de acuerdo a nuestros criterios, el propósito de este prototipo fue generar las funciones que se van a utilizar y comprobar su correcto funcionamiento, aunado a esto pudimos determinar el número de iteraciones necesarias para llegar al mejor resultado posible de forma que las mismas se puedan considerar un criterio de paro.

Como parte negativa tenemos que nunca se logra una calificación perfecta (igual a 0), teniendo como mejor calificación lograda en las pruebas el 42.



13.1.4. Prototipo4 del algoritmo de optimización

Tomando en cuenta los resultados del tercer prototipo, hicimos una nueva versión del algoritmo, en esta ocasión los cambios realizados al algoritmo fueron para que en primer lugar el algoritmo considere los distintos niveles y turnos en que se distribuyen los horarios dentro de la ESCOM y en segundo lugar la información sea recibida de la base de datos generada por el sistema y que de igual manera el o los horarios que se generan como resultado del algoritmo sean almacenados en la base de datos.

En este caso tenemos que la población inicial se genera nivel por nivel y turno por turno, después de eso se evalúa de la misma manera que en el tercer prototipo previamente explicado exceptuando la ponderación de cada una de las penalizaciones, para finalmente establecer una mutación que de igual manera sea llevada a cabo nivel por nivel y turno por turno. Debido a la complejidad del problema la cuál ya fue explicada, al aumentar el tamaño de búsqueda respecto al considerado en los prototipos anteriores, el tiempo que tarda el algoritmo, así como el número de iteraciones necesarias aumentó considerablemente y, de acuerdo a la experimentación, el criterio de alcanzar una calificación perfecta o en este caso 0 no es válido debido a que la probabilidad de no alcanzarla es alta.

Como se explicó anteriormente los algoritmos evolutivos tienen una estructura similar por lo que tenemos el siguiente pseudocódigo para representar nuestro algoritmo. De acuerdo a lo previamente mencionado se agregaron los criterios de paro necesarios para asegurar una solución, considerando el número de iteraciones resultante de las pruebas del tercer prototipo y considerando la evaluación de los horarios actuales de la ESCOM.

Algorithm 20: principal(número iteraciones,tamaño poblacion, resultados deseados)

```
1  inicializar los arreglos globales de valores MP, GS y H
2  inicializar el numero de iteraciones N
3  inicializar el tamaño de la población inicial IND
4  inicializar el número de resultados deseados DESEADOS
5  inicializar poblacionaux
6  poblacion = poblacionEvaluada(IND,MP,H,GS)
7  poblacionaux = poblacion
8  y = 1
9  i = 1
10 stop = 0
11 stop2 = 0
12 for y <= N do
13   for i <= IND do
14     if poblacionaux[i][1] != 0 then
15       | a
16     end
17     ux = mutacionGrupos(mutacionHorarios(poblacionaux[i][0]))
18     poblacionaux[i][0] = aux
19     poblacionaux[i][1] = evalua(aux)
20     if poblacion[i][1] == 0 then
21       | incrementar stop en 1
22     end
23     if poblacion[i][1] j= 150 and y < 1500 then
24       | incrementar stop2 en 1
25     end
26     incrementar i en 1
27   end
28   if stop == DESEADOS then
29     | break;
30   end
31   if stop2 == DESEADOS then
32     | break;
33   end
34   incrementar y en 1
35 end
36 return poblacionaux
```

Función: generar Poblacion

Esta función genera una población inicial, los cambios a esta función son los siguientes, iniciando por filtrar a las materias y los grupos por nivel para poder así acomodarlos juntos, evitando así tener grupos con materias de niveles distintos. Teniendo en cuenta el turno de los profesores y los grupos, se les asigna un horario que también corresponda a dicho turno.



Algorithm 21: generarPoblacion(MP,H,GS)

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos que debe tener la población
2  inicializar matrices binarias MG, PH, GH
3  inicializar variable poblacion y la variable individuo como arreglos
4  K = 1
5  pmi = [0,0]
6  t = 0
7  g = 0
8  profesor = 0
9  materia = 0
10 condicion = 0
11 while k <= Tamano do
12     pmi ← individuo del arreglo MP sin repeticion
13     materia = pmi[0]
14     profesor = pmi[1]
15     while condicion! = 1 do
16         t ← individuo del arreglo H
17         g ← individuo del arreglo GS
18         if MG[materia][g] == 0 then
19             if PH[profesor][t] == 0 then
20                 if GH[g][t] == 0 then
21                     PH[profesor][t] = 1
22                     MG[materia][g] = 1
23                     GH[g][t] = 1
24                     condicion = 1
25                     individuo = [pmi,g,t]
26                     poblacion[k]= individuo
27                 end
28             end
29         end
30         incrementar k en 1
31     end
32     return poblacion
33 end
```

Función: evalua

Para evaluar a un individuo tomamos en cuenta las siguientes restricciones con su respectiva penalizacion. La penalizacion es mayor cuando se viola una restriccion escencial(hard constraint) y menor cuando se viola una restriccion no escencial(soft constraint).

- Un profesor no puede dar clase en dos grupos al mismo tiempo. Penalizacion = (tamaño del arreglo de población inicial * 2) + 1
- No se pueden impartir dos clases al mismo tiempo en un grupo. Penalizacion = (tamaño del arreglo de población inicial * 2) + 1



- No se debe impartir dos veces la misma materia en un grupo. Penalizacion = (tamaño del arreglo de población inicial * 2) + 1
- El horario de un grupo debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 1
- El horario de un profesor debe tener los menos huecos posibles. Penalizacion = 1
- Se debe evitar que un profesor imparta dos materias distintas en el mismo grupo. Penalizacion = 1

La calificación que devuelve esta función es una sumatoria de todas las penalizaciones que se dan por infringir alguna restricción.



Algorithm 22: evalua(individuos)

```
1  inicializar variable Tamano con el número de individuos de la población que recibe
2  inicializar matrices binarias MGE, PHE, GHE,PGE
3  inicializar variable individuo como arreglo
4  calificacion = 0
5  profesor = 0
6  materia = 0
7  grupo = 0
8  horario = 0
9  k = 0
10 while  $k \leq Tamano$  do
11     individuo  $\leftarrow$  individuo de la población de individuos
12     materia = individuo[0][0]
13     profesor = individuo[0][1]
14     grupo = individuo[1]
15     horario = individuo[2]
16     incrementar phe[profesor][hora] en 1
17     incrementar mge[materia][grupo] en 1
18     incrementar ghe[grupo][hora] en 1
19     incrementar pge[profesor][grupo] en 1
20     pena = (tamaniopoblacioninicial * 2) + 1
21     if PHE[profesor][horario] > 1 then
22         | incrementar calificacion en pena
23     if GHE[grupo][hora] > 1 then
24         | incrementar calificacion en pena
25     if MGE[materia][grupo] > 1 then
26         | incrementar calificacion en pena
27     if PGE[profesor][grupo] then
28         | incrementar calificacion en 1
29     if PHE[profesor][1]==1 AND PHE[profesor][2]==0 AND PHE[profesor][3]==0 then
30         | if PHE[profesor][4] == 1 OR PHE[profesor][5] == 1 OR PHE[profesor][6] == 1 OR
31         |   PHE[profesor][7] == 1 then
32         |   | incrementar calificacion en 1
33     if PHE[profesor][2]==1 AND PHE[profesor][3]==0 AND PHE[profesor][4]==0 then
34         | if PHE[profesor][5] == 1 OR PHE[profesor][6] == 1 OR PHE[profesor][7] == 1 then
35         |   | incrementar calificacion en 1
36     if PHE[profesor][3]==1 AND PHE[profesor][4]==0 AND PHE[profesor][5]==0 then
37         | if PHE[profesor][6] == 1 OR PHE[profesor][7] == 1 then
38         |   | incrementar calificacion en 1
39     if PHE[grupo][4]==1 AND PHE[grupo][5]==0 AND PHE[grupo][6]==0 then
40         | if PHE[grupo][7] == 1 then
41         |   | incrementar calificacion en 1
```



Algorithm 23: evalua(individuos)

```
45
46  if GHE[grupo][1]==1 AND GHE[grupo][2]==0 AND GHE[grupo][3]==0 then
47      if GHE[grupo][4] == 1 OR GHE[grupo][5] == 1 OR GHE[grupo][6] == 1 OR
48          GHE[grupo][7] == 1 then
49          incrementar calificacion en 2
49  if GHE[grupo][2]==1 AND GHE[grupo][3]==0 AND GHE[grupo][4]==0 then
50      if GHE[grupo][5] == 1 OR GHE[grupo][6] == 1 OR GHE[grupo][7] == 1 then
51          incrementar calificacion en 2
52  if GHE[grupo][3]==1 AND GHE[grupo][4]==0 AND GHE[grupo][5]==0 then
53      if GHE[grupo][6] == 1 OR GHE[grupo][7] == 1 then
54          incrementar calificacion en 2
55  if GHE[grupo][4]==1 AND GHE[grupo][5]==0 AND GHE[grupo][6]==0 then
56      if GHE[grupo][7] == 1 then
57          incrementar calificacion en 2
58 return calificacion;
```

Función: Población evaluada

Para generar varios individuos utilizando las funciones definidas se creó esta función, la cuál utiliza la función generar Población así como la función evalua. De forma que recibe como parámetros el tamaño de la población deseada y los arreglos materia-profesor, horario y grupo-salón. Utilizando dicha información y las funciones mencionadas, devuelve una matriz con un número de filas igual al número de individuos determinado y donde la primera columna contiene una estructura educativa y su segunda columna contiene la evaluación correspondiente a dicho individuo. Dicha matriz es nuestra población inicial con sus respectivas evaluaciones de forma que sea más sencillo manejar los resultados.

Algorithm 24: poblacionEvaluada(IND,MP,H,GS)

```
1  inicializar las variables aux y pcalif como arreglos
2  inicializar variables tt y eva i = 0
3  for i <= IND do
4      tt = generarPoblacion(MP,H,GS)
5      eva = evalua(tt)
6      aux = [tt,eva]
7      pcalif[i] = aux
8  end
9  return pcalif
```

Funciones: mutación

Se definieron dos funciones de mutación, en ambos casos estamos considerando que dado el espacio limitado que tenemos para generar dichos cambios, aplicamos la mutación al mismo tiempo en dos cro-



mosomas distintos de esta manera se busca mantener la viabilidad del resultado. La primera función de mutación actúa sobre el gen GS de manera que el profesor sigue impartiendo una materia en el mismo horario pero en un grupo distinto, lo cual mitiga los casos en que un profesor imparte dos materias distintas en el mismo grupo o los casos en que una materia se imparte dos veces en el mismo grupo. Tomando en cuenta lo anterior, la mutación se lleva a cabo únicamente dentro del mismo turno y del mismo nivel.

Algorithm 25: mutacionGrupos(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 grupo1 = 0
3 grupo2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 grupo1 = aux1[1]
7 grupo2 = aux2[1]
8 aux1[1] = grupo2
9 aux2[1] = grupo1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

La segunda función actúa sobre el gen H manteniendo los profesores y las materias en el mismo grupo pero modificando de esta manera el horario en que la imparten, con esto se busca mitigar los traslapes en grupos y profesores a demás de reducir los huecos en los horarios de los profesores.

Algorithm 26: mutacionHorarios(poblacion)

```
1 inicializar variable aux1 y aux2 como arreglos
2 horario1 = 0
3 horario2 = 0
4 aux1 ← individuo de la poblacion
5 aux2 ← individuo de la poblacion
6 horario1 = aux1[2]
7 horario2 = aux2[2]
8 aux1[2] = horario2
9 aux2[2] = horario1
10 poblacion[aux1] = aux1
11 poblacion[aux2] = aux2
12 return poblacion
```

Resultado

Como resultado de este prototipo tenemos que las funciones crean un horario mejor que el actual de ESCOM para el espacio de prueba utilizado de acuerdo a nuestros criterios, a demás esta versión funciona en conjunto con el sistema web.

Como parte negativa tenemos que el tiempo, así como el número de iteraciones que toma al algoritmo para llegar a la calificación perfecta, en este caso 0, es demasiado grande o incluso puede darse el caso en que no llega a dicha calificación, por lo tanto se definió a demás del criterio de paro de la calificación



perfecta, tenemos un número de iteraciones definido de manera experimental.



13.1.5. Pruebas de la versión: 1

En esta sección se describen los resultados de las pruebas realizadas de la primera versión del algoritmo de optimización de horarios.

Como consideración tenemos que las pruebas fueron realizadas en una laptop dell Inspiron 15 con procesador intel i5 5ta generación 4gb de memoria ram usando el sistema operativo debian 9.

Pruebas realizadas

Inicialmente las funciones que comprenden el algoritmo fueron probadas por separado.

- Se corroboró que la función de generar Población utilizara todas las opciones de Materia-Profesor disponibles y que el resultado tuviera la estructura que hemos definido.
- Se probó la función de evaluación, para corroborar que las restricciones ingresadas sean tomadas en cuenta al momento de asignar una calificación a un horario.
- Se probaron las funciones de mutación de forma que el resultado arrojado después de llevar a cabo dichos operadores sea en realidad distinto a la entrada del mismo así como se corroboró que se llevaran a cabo de la manera esperada.

Una vez que se corrigieron los errores arrojados por las pruebas de cada función por separado, las funciones fueron integradas para ser utilizadas en conjunto. Para corroborar que el funcionamiento fuera correcto, utilizamos la estructura educativa actual de la ESCOM para el nivel 2 y el turno matutino. Utilizando estos datos, se creó una población inicial aleatoria, una población inicial usando la función generar Población y se tomó como ejemplo la estructura tal cual se utiliza hoy en día. Haciendo uso de la función de evaluación determinamos que la calificación de la población aleatoria fue de 532, la calificación de la población generada por la función generar Población fue de 160 y finalmente la calificación de la estructura de ejemplo fue de 116. Teniendo en cuenta que nuestro problema es de minimización y la calificación óptima es 0, el horario actual fue el mejor evaluado.

Una vez que se operaron las funciones de mutación sobre la población generada por nuestra función de generar Población, se logró disminuir la calificación hasta llegar a 42 lo cuál demuestra que obtuvimos un mejor resultado que el actual de ESCOM.

Finalmente se determinó que el criterio de paro al no alcanzar una calificación de 0(calificación óptima) debe ser un número determinado de iteraciones, el cuál se determinó de forma experimental de la siguiente manera.

En cinco ocasiones se tomó la calificación arrojada por la función de evaluación para el resultado después de llevar a cabo la mutación un número determinado de veces el cuál fue aumentado gradualmente para determinar el momento en que la disminución en la calificación fuera despreciable. En la figura 13.1 se muestran los resultados del experimento y en la figura 13.2 se muestra la gráfica de los mismos donde se puede apreciar que a partir de las 60,000 iteraciones la mejora es mínima por lo cuál se determinó este punto como criterio de paro teniendo en cuenta que la calificación en este punto es muy superior a la del horario actual.



Repeticiones/Resultado Promedio	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3	Calificación 4	Calificación 5	Tiempo(segundos)
0	100	100	100	100	100	0
5000	71.2	78	64	70	68	2.5
10000	58	60	56	50	60	4.9
15000	55.2	54	52	54	58	7.6
20000	53.6	52	58	52	50	9.5
25000	50.4	50	52	48	48	12.5
30000	50	50	50	52	50	14.3
35000	48.8	50	50	48	50	18.6
40000	48.4	50	48	48	48	21.9
45000	47.2	48	50	44	50	22.7
50000	46	48	48	44	46	23.8
55000	46	48	44	46	46	25.6
60000	46	46	46	46	46	29.3
65000	45.6	46	44	44	48	31.8
70000	45.6	44	46	44	46	33.5
75000	45.6	46	46	46	46	36.1
80000	44.8	44	46	46	42	38.1
85000	44.8	44	46	46	46	40
90000	43.6	44	44	44	42	43
95000	43.2	44	42	44	44	45.7
100000	43.2	42	44	44	44	48.65

Figura 13.1: Determinación experimental del criterio de paro



Figura 13.2: Gráfica de mejora



13.1.6. Pruebas de la versión: 2

En esta sección se describen los resultados de las pruebas realizadas de la segunda versión del algoritmo de optimización de horarios.

Como consideración tenemos que las pruebas fueron realizadas en una laptop dell Inspiron 15 con procesador intel i5 5ta generación 4gb de memoria ram usando el sistema operativo debian 9.

Pruebas realizadas

Inicialmente las funciones que comprenden el algoritmo fueron probadas por separado.

- Se corroboró que la función de generar Población utilizara todas las opciones de Materia-Profesor disponibles y que el resultado tuviera la estructura que hemos definido.
- Se probó la función de evaluación, para corroborar que las restricciones ingresadas sean tomadas en cuenta al momento de asignar una calificación a un horario.
- Se probaron las funciones de mutación de forma que el resultado arrojado después de llevar a cabo dichos operadores sea en realidad distinto a la entrada del mismo así como se corroboró que se llevaran a cabo de la manera esperada.

Una vez que se corrigieron los errores arrojados por las pruebas de la primera versión del algoritmo se utilizó el mismo esquema de pruebas. Para corroborar que el funcionamiento fuera correcto, utilizamos la estructura educativa actual de la ESCOM para el nivel 2 y el turno matutino. Utilizando estos datos, se creó una población inicial aleatoria, una población inicial usando la función generar Población y se tomó como ejemplo la estructura tal cual se utiliza hoy en día.

Haciendo uso de la función de evaluación determinamos que la calificación de la población aleatoria fue de 1315, la calificación de la población generada por la función generar Población fue de 20 y finalmente la calificación de la estructura de ejemplo fue de 36. Teniendo en cuenta que nuestro problema es de minimización y la calificación óptima es 0, el horario generado por la función de población inicial fue el mejor adaptado sin llegar a ser el óptimo.

Una vez que se operaron las funciones de mutación sobre la población generada por nuestra función de generar Población, se logró disminuir la calificación hasta llegar a 0 indicando así que nuestro algoritmo arroja soluciones óptimas de acuerdo a las restricciones planteadas.

Finalmente se determinó utilizar dos criterios de paro, si bien alcanzar una calificación óptima funciona como uno, la complejidad del problema implica una alta probabilidad de no encontrar soluciones óptimas en todas las ocasiones que se ejecute el algoritmo. Por lo tanto un criterio de paro alternativo debe ser un número determinado de iteraciones, el cual se determinó de forma experimental de la siguiente manera.

En cinco ocasiones se tomó la calificación arrojada por la función de evaluación para el resultado después de llevar a cabo la mutación un número determinado de veces el cual fue disminuyendo hasta llegar al 0 en cada uno de las 5 corridas. En la figura 13.3 se muestran los resultados del experimento y en la figura 13.2 se muestra la gráfica de los mismos donde se puede apreciar que a partir de las 20,000



iteraciones se alcanza la solución óptima en cada ocasión que se ejecuta el procedimiento, por lo tanto se define como criterio alternativo de paro alcanzar dicho número de iteraciones.

RepeticionesIR	Promedio	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3	Calificación 4	Calificación 5	Tiempo(segundos)
0	20	20	20	20	20	20	0.19
5000	2	2	0	2	2	4	2.9
10000	0.4	0	0	2	0	0	4.3
15000	0.4	0	2	0	0	0	8.3
20000	0	0	0	0	0	0	10.8
25000	0	0	0	0	0	0	13.2
30000	0	0	0	0	0	0	15.6
35000	0	0	0	0	0	0	18.6
40000	0	0	0	0	0	0	22.00
45000	0	0	0	0	0	0	25.1
50000	0	0	0	0	0	0	27.9

Figura 13.3: Determinación experimental del criterio de paro



Figura 13.4: Gráfica de mejora

13.1.7. Pruebas de la versión: 3

En esta sección se describen los resultados de las pruebas realizadas de la tercera versión del algoritmo de optimización de horarios.

Como consideración tenemos que las pruebas fueron realizadas en una laptop dell Inspiron 15 con procesador intel i5 5ta generación 4gb de memoria ram usando el sistema operativo debian 9.



Pruebas realizadas

Inicialmente las funciones que comprenden el algoritmo fueron probadas por separado.

- Se corroboró que la función de generar Población utilizara todas las opciones de Materia-Profesor disponibles y que el resultado tuviera la estructura que hemos definido.
- Se probó la función de evaluación, para corroborar que las restricciones ingresadas sean tomadas en cuenta al momento de asignar una calificación a un horario.
- Se probaron las funciones de mutación de forma que el resultado arrojado después de llevar a cabo dichos operadores sea en realidad distinto a la entrada del mismo así como se corroboró que se llevaran a cabo de la manera esperada.

Una vez que se corrigieron los errores arrojados por las pruebas de la versión 2 del algoritmo, se adaptó el segundo prototipo de manera que la función principal reciba como parámetros, el número de iteraciones que se van a realizar, el número de individuos que conforman la población inicial y el número de estructuras educativas que el actor desea como resultado del algoritmo. Para corroborar que el funcionamiento fuera correcto, utilizamos la estructura educativa actual de la ESCOM para el nivel 2 y el turno matutino. Utilizando estos datos y teniendo en cuenta los resultados de las pruebas del prototipo 2, se realizó una experimentación para determinar el tamaño óptimo de la población inicial.

En una junta con el profesro Iván Giovanni Mosso, se le cuestionó sobre el número de estructuras educativas que le gustaría tener disponibles para analizar cuál es la mejor opción a lo que respondió 5, de esta manera para asegurarnos de que este requerimiento se satisfaga y siga siendo sostenible a futuro, determinamos permitir que se solicite al sistema arrojar un máximo de 10 estructuras educativas, de esta manera las pruebas fueron llevadas a cabo considerando el número máximo posible de estructuras educativas deseadas como resultado.

El tamaño de la población inicial influye de manera directa en el aumento tiempo que tarda en ejecutarse el algoritmo, sin embargo de igual manera influye en la disminución del número de iteraciones requeridas para lograr 10 estrucutras educativas. En cinco ocasiones se tomó el número de iteraciones que toma al algoritmo encontrar 10 posibilidades de estructura educativa con calificación óptima para cada uno de los tamaños probados para la población inicial. En la figura 13.5 se muestran los resultados del experimento y en la figura 13.6 se muestra la gráfica de los mismos donde se puede apreciar que el número iteraciones disminuye conforme el tamaño de la población inicial aumenta, sin embargo también se puede observar en la tabla el aumento en el tiempo. De esta manera se determinó que el punto medio entre el aumento de tiempo y la disminución de las iteraciones debe ser tomado como el mejor para nuestro algoritmo por lo que se tomó un tamaño de la población inicial de 30 individuos.

13.1.8. Pruebas de la versión: 4

En esta sección se describen los resultadods de las pruebas realizadas de la cuarta versión del algoritmo de optimización de horarios.

Como consideración tenemos que las pruebas fueron realizadas en una laptop dell Inspiron 15 con procesador intel i5 5ta generación 4gb de memoria ram usando el sistema operativo debian 9.



Tamaño de la población inicial	Promedio	Iteraciones 1	Iteraciones 2	Iteraciones 3	Iteraciones 4	Iteraciones 5	Tiempo(segundos)
10	6822	7406	9429	6548	4551	6176	25.3
15	3870	2820	3994	3984	4117	4435	32.5
20	3431.8	3995	3262	3351	4049	2502	35.4
25	2950	2497	3195	2909	3047	3102	47.1
30	2696.8	2513	2496	3032	2722	2721	47.1
35	2694.6	2754	2257	2820	2844	2798	64
40	2269.4	2266	2181	2093	2391	2416	65
45	2266.6	2190	2271	2371	2281	2220	68
50	1972.8	2111	2184	1632	1877	2060	71

Figura 13.5: Determinación experimental del criterio de paro

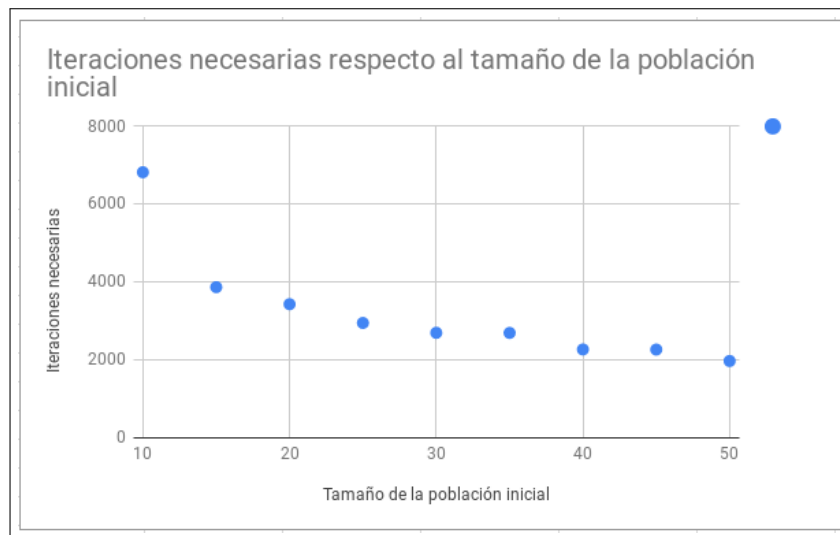


Figura 13.6: Gráfica de mejora



Pruebas realizadas

Inicialmente las funciones que comprenden el algoritmo fueron modificadas de su funcionamiento en los prototipos anteriores para funcionar con la base de datos y la población completa por lo que se corroboró el funcionamiento de dichas funciones.

- Se corroboró que la función de generar Población utilizara todas las opciones de Materia-Profesor disponibles y que el resultado tuviera la estructura que hemos definido.
- Se probó la función de evaluación, para corroborar que las restricciones ingresadas sean tomadas en cuenta al momento de asignar una calificación a un horario.
- Se probó la función de crear la población evaluada de manera que se cree el número de individuos(horarios) que se requieren.
- Se probaron las funciones de mutación de forma que el resultado arrojado después de llevar a cabo dichos operadores sea en realidad distinto a la entrada del mismo así como se corroboró que se llevaran a cabo de la manera esperada.

Una vez que se corrigieron los errores arrojados por las pruebas de cada función por separado, las funciones fueron integradas para ser utilizadas en conjunto. Para corroborar que el funcionamiento fuera correcto, utilizamos la estructura educativa actual de la ESCOM para el semestre 2019/1. Utilizando estos datos, se crearon 15 individuos dentro de la población inicial y se les dio una evaluación.

Una vez que se operaron las funciones de mutación sobre la población generada por nuestra función de generar Población, se logró disminuir la calificación del primer individuo por debajo de la calificación de la estructura actual de ESCOM alrededor de las 1500 iteraciones por lo cual esto fue considerado un criterio de paro.

Se tomó la calificación de los mejores 5 individuos de la población inicial por cada 100 iteraciones para comprobar la mejora. En la figura 13.7 se muestran los resultados del experimento y en la figura 13.8 se muestra la gráfica de los mismos donde se puede apreciar que a partir de las 1,500 iteraciones los individuos de la población alcanzan mejores calificaciones que la calificación de la estructura educativa actual.



Calificacion1	Calificacion2	Calificacion3	Calificacion4	Calificacion5	Porcentaje	Iteraciones
12018	12839	12843	13655	13661	13003,2	0
6909	7743	9406	9413	10277	8749,6	100
3525	5205	6038	6062	6874	5540,8	200
1829	2657	3523	4331	5175	3503	300
1811	1823	2649	3481	4324	2817,6	400
1802	1804	2640	2641	3466	2470,6	500
1788	1797	2628	2631	2637	2296,2	600
955	1780	1782	2600	2616	1946,6	700
924	934	950	1758	1767	1266,6	800
98	922	922	929	947	763,6	900
90	920	921	918	927	755,2	1000
80	914	915	919	920	749,6	1100
74	78	905	910	913	576	1200
71	78	902	902	904	571,4	1300
58	60	68	71	78	67	1400
58	60	64	68	78	65,6	1500

Figura 13.7: Determinación experimental del criterio de paro

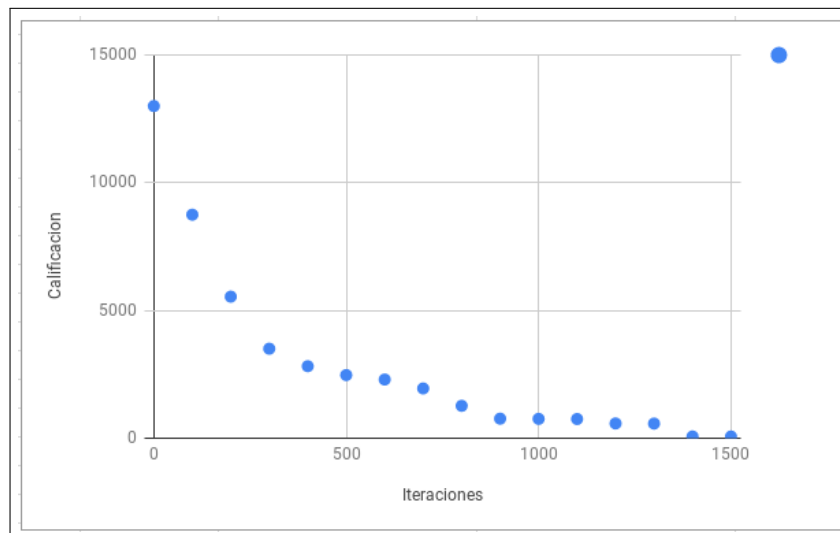


Figura 13.8: Gráfica de mejora

CAPÍTULO 14

Conclusiones

Se logró realizar un sistema para gestionar la información necesaria para generar los horarios de la Escuela Superior de Cómputo. El cual permite gestionar los catálogos necesarios que alimentan al módulo principal que genera la información para el algoritmo encargado de realizar la estructura educativa.

También, se logró utilizar la programación evolutiva como técnica meta heurística para desarrollar el algoritmo necesario. Una vez definida esta, se analizaron las restricciones encontradas en la ESCOM y se seleccionaron las que están dentro del alcance y se ajustaron a lo que se necesita.

Finalmente, se cumplió parte del objetivo general, debido a que existen restricciones que quedaron fuera del alcance del Trabajo Terminal, pues esto incrementaba la complejidad de la solución. Estas restricciones podrán tomarse como mejora en trabajo futuro.



CAPÍTULO 15

Trabajo futuro

TLAMATINIME puede mejorar en 3 módulos, los cuales le permitirán ajustarse más al caso de ES-COM, y realizar la Estructura Educativa con los requerimientos necesarios.

Los módulos a trabajar a futuro son:

- **Módulo Profesores:** Para este módulo se plantea la posibilidad de tomar en cuenta el horario real de trabajo de los profesores, no sólo en turnos matutino y vespertino. Además, se podrá tomar en cuenta que existen profesores que imparten clases en un horario específico, debido a diversas cuestiones académicas o personales.
- **Módulo Estructura Educativa:** Se plantea la posibilidad de aperturar grupos por unidades de aprendizaje. Así, esto permitirá que los alumnos puedan inscribirse a un grupo completo.
- **Módulo Generar Horario:** Finalmente, el algoritmo podrá contemplar las unidades de aprendizaje que no son uniformes, por ejemplo: Matemáticas Discretas, Trabajo Terminal I y Trabajo Terminal II, las cuales cuentan con 4 sesiones de 1 hora y media; y 2 sesiones de 1 hora y medio, con la posibilidad de traslapes, respectivamente.



16.1. Anexo 1. Información recabada

Por medio de el documento mostrado en la imagen 16.1 se solicitó al subdirector académico el Maestro en Ciencias Iván Giovanni Mosso García la información de la estructura académica del semestre anterior y del semestre actual, así como los siguientes datos:

- Profesores:
 - Nombre
 - Primer Apellido
 - Segundo Apellido
 - Horario
 - Academia a la que pertenece
 - RFC
 - Nombre del cargo(en caso de tener alguno)
- Unidades de aprendizaje:
 - Nombre
 - Clave
 - Academia a la que pertenece
 - Tipo de unidad de aprendizaje(Teórica, Práctica, Teórica-Práctica)
- Infraestructura:
 - Número de salones utilizables
 - Nombre de los salones
 - Número de salón



M. en C. Ivan Giovanni Mosso García:

Por medio de la presente nos dirigimos a usted para solicitar se nos pueda proporcionar la estructura académica de los dos semestres anteriores. La información que necesitamos de las mismas es:

Profesores

- Nombre
- Primer apellido
- Segundo apellido
- Horario
- Academia a la que pertenece
- RFC
- En caso de tener un cargo específico el nombre del mismo

Unidades de Aprendizaje.

- Nombre
- Clave de las unidades de aprendizaje
- Academia a la que pertenece
- Si es teórica, práctica o teórica práctica.

Infraestructura

- El número de salones utilizables para dar clase
- Nombre de los salones.
- Número de salón.

Finalmente, nos permitimos solicitar la especificación de que unidades de aprendizaje impartió cada profesor, el horario en que las impartió, el grupo en que se impartieron y salón asignado al grupo.

Todo esto lo solicitamos para el Trabajo Terminal 2017-B092 "Tlaminime: The Timetabling Problem, Prototipo de optimización de horarios" el cual tiene un módulo de gestión de información es base para el funcionamiento del trabajo.

Sin más por el momento. Integrantes del Trabajo Terminal 2017-B092.

Firma en representación de los integrantes
Carlos Anibal Larios Moguel

5528475477

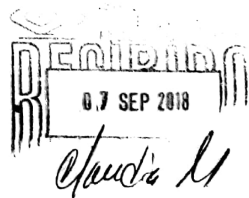


Figura 16.1: Solicitud de información



En respuesta el profesor Iván nos proporcionó dos archivos en formato excel. El primero contiene las siguientes columnas con información referente a la estructura educativa:

- Profesor
- Departamento
- Grupo
- Unidad de aprendizaje
- Academia
- Salón
- Laboratorio
- Lunes
- Martes
- Miércoles
- Jueves
- Viernes

De este formato se cuenta con dos páginas, una para la estructura del semestre 2018/2 que cuenta con 459 filas y otra para la estructura del semestre 2019/1 que cuenta con 474 filas. Cada fila de este formato representa la combinación de la información de todas las columnas señaladas previamente.

De este archivo la única columna que no utilizamos es la información del departamento al que pertenece el profesor y la información de los laboratorios en que se imparte la unidad de aprendizaje debido a que esta gestión en particular fue dejada fuera del alcance del presente trabajo.

El segundo archivo que se nos proporcionó contiene la información de 306 unidades de aprendizaje. Las columnas de este archivo son:

- Clave
- Nombre de la unidad de aprendizaje
- Abreviatura de la unidad de aprendizaje
- Nivel
- Academia a la que pertenece
- Horas teoría
- Horas prácticas
- Plan al que pertenece
- Carrera a la que pertenece



De este archivo tenemos que las horas prácticas y teóricas debemos sumarlas para obtener las horas totales de una unidad de aprendizaje que es lo que realmente necesitamos. Sin embargo no nos compete la información de el plan y la carrera a la que pertenecen ya que sólo contemplamos el plan de estudios actual de la ESCOM para la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

- [1] <https://www.python.org/>
- [2] <https://www.latex-project.org/>
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Balsamiq>
- [4] <https://www.applesfera.com/aplicaciones-os-x-1/balsamiq-mockup-una-muy-buen-herramienta-para-esbozar-tus-futuras-apps>
- [5] <https://prezi.com/lxqgnl0h5m/que-es-staruml/>
- [6] <https://www.djangoproject.com/>
- [7] <https://developer.mozilla.org/es/docs/HTML/HTML5>
- [8] <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/CSS/CSS3>
- [9] <http://gs.statcounter.com/browser-market-share/all/mexico>
- [10] <http://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/worldwide>
- [11] <https://www.javascript.com/>
- [12] <http://desarrollowebdesarrolloweb.blogspot.mx/2015/02/tabla-comparativa-de-los-lenguajes-de.html>
- [13] <http://noticias.universia.com.ar/consejos-profesionales/noticia/2016/02/22/1136443/conoce-cuales-lenguajes-programacion-populares.html>
- [14] C. A. C. Coello, "Introducción a la computación evolutiva," Notas del curso. Departamento de Ingeniería Eléctrica, Sección de Computación, Instituto Politécnico Nacional, México, 2004.
- [15] Macías Duarte Carlos Antonio, "Análisis comparativo del desempeño de Técnicas Evolutivas aplicadas a la predicción de distribución de robos", Instituto Politécnico Nacional, México, 2016.
- [16] Gregorio Toscano Pulido, "Optimización Multiobjetivo Usando un Micro Algoritmo Genético", Universidad Veracruzana, México, 2001.
- [17] L. Araujo and C. Cervignón, "Algoritmos evolutivos: un enfoque práctico", Alfaomega, 2009.
- [18] J. Pandey and A. K. Sharma, "Survey on University timetabling problem," 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), New Delhi, 2016, pp. 160-164.
- [19] S. Ribić, R. Turčinhožić and A. Muratović-Ribić, "Modelling constraints in school timetabling using integer linear programming," 2015 XXV International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT), Sarajevo, 2015, pp. 1-6.
- [20] Michael Sipser (2013). Introduction to the Theory of Computation 3rd. Cengage Learning.



-
- [21] R. Raghavjee and N. Pillay, ".A comparison of genetic algorithms and genetic programming in solving the school timetabling problem," 2012 Fourth World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing (NaBIC), Mexico City, 2012, pp. 98-103.