



**UAEM** | Universidad Autónoma  
del Estado de México  
**C.U. VALLE DE CHALCO**



**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE  
HORARIOS PARA EL CU UAEM VALLE DE CHALCO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

***INGENIERO EN COMPUTACIÓN***

**P R E S E N T A**

**EDER JESÚS CLEMENTE MONTES**

**ASESORA:**

**DRA. MARÍA DE LOURDES LÓPEZ GARCÍA**

Revisor: Dr. Juvenal Rueda Paz

Revisor: MTI. Rodolfo Melgarejo Salgado

**VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, MÉXICO**

**AGOSTO 2019.**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE  
HORARIOS PARA EL CU UAEM VALLE DE CHALCO**

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	14
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Objetivos.....	16
1.3 Hipótesis.....	17
1.4 Metodología.....	17
1.5 Alcances.....	18
1.6 Organización del documento.....	18
<b>CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS</b> .....	20
2.1 Preoferta.....	21
2.2 Plantilla.....	22
2.3 Horario.....	23
2.4 Herramientas disponibles.....	25
<b>CAPÍTULO 3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS</b> .....	32
3.1 Descripción de los atributos.....	32
3.2 Normalización de la bases de datos.....	39
3.2.1 Primera forma normal (1FN).....	40
3.2.2 Segunda forma normal (2FN).....	40
3.2.3 Tercera forma normal (3FN).....	42
3.3 Definición de dominios.....	42
<b>CAPÍTULO 4. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE HORARIO (SCH)</b> .....	48
4.1 Casos de usos.....	48
4.2 Diagrama de clases.....	57
4.3 Diagramas de secuencia.....	58
<b>CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE SCH</b> .....	60
5.1 Caso de prueba.....	64
5.2 Comprobación de funcionalidad.....	69
5.2.1. Exceso de horas.....	69
5.2.2. Empalme por grupo.....	70

<b>5.2.3. Empalme por profesor .....</b>	<b>71</b>
<b>5.2.4. Total de horas .....</b>	<b>72</b>
<b>5.3 Funciones Adicionales.....</b>	<b>73</b>
<b>5.3.1. Registro .....</b>	<b>73</b>
<b>5.3.2. Impresión de reporte.....</b>	<b>74</b>
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y ALCANCES A FUTURO .....</b>	<b>75</b>
<b>6.1 Alcances a futuro .....</b>	<b>76</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO A. Código de la Verificación de Empalme por grupo y por profesor .....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO B. Generación de la Base de Datos.....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Notación utilizada en este documento. (Fuente: Propia, 2019).....	20
Tabla 2.2 Descripción de grupos y materias en los diferentes periodos. (Fuente: Control Escolar CU UAEM Valle de Chalco, 2018).....	21
Tabla 2.3 Información requerida para la generación de la preoferta (Fuente: Propia, 2018).....	22
Tabla 3.1. Descripción de las carreras con su clave y su nombre. (Fuente: Propia, 2019).....	32
Tabla 3.2. Descripción de las materias de ICO. (Fuente: Propia, 2019). ....	33
Tabla 3.3. Descripción de los grupos de ICO. (Fuente: Propia, 2019). ....	34
Tabla 3.4. Descripción de la información de los profesores. (Fuente: Propia, 2019).....	35
Tabla 3.5.Descripción de la preoferta del periodo A. (Fuente: Propia, 2019)....	36
Tabla 3.6.Diseño del horario con asignación de horas. (Fuente: Propia, 2019).37	
Tabla 3.7. Ejemplo de la 1FN para la entidad Horario. (Fuente: Propia, 2019). 40	
Tabla 3.8. Ejemplo de la 2FN para la entidad Horario. (Fuente: Propia, 2019). 41	
Tabla 3.9. Ejemplo de la 2FN de la entidad Días. (Fuente: Propia, 2019). ....	41
Tabla 3.10. Ejemplo de la 3FN para la entidad Horario. (Fuente: Propia, 2019). .....	42
Tabla 3.11. Descripción de los atributos para la entidad Materia (Fuente: Propia, 2019).....	42
Tabla 3.12. Descripción de los atributos para la entidad Carrera (Fuente: Propia, 2019).....	43
Tabla 3.13. Descripción de los atributos para la entidad Grupo (Fuente: Propia, 2019).....	43
Tabla 3.14. Descripción de los atributos para la entidad Profesor (Fuente: Propia, 2019).....	44
Tabla 3.15. Descripción de los atributos para la entidad Preoferta (Fuente: Propia, 2019).....	45

Tabla 3.16. Descripción de los atributos para la entidad Horario (Fuente: Propia, 2019).....	46
Tabla 4.1 Caso de uso Registrar Preoferta (Fuente: Propia, 2019). .....	50
Tabla 4.2 Caso de uso Registrar Horario (Fuente: Propia, 2019). .....	52
Tabla 4.3 Caso de uso Validar Horario (Fuente: Propia, 2019).....	53
Tabla 4.4 Caso de uso Verificar empalme por grupo (Fuente: Propia, 2019). ...	54
Tabla 4.5 Caso de uso Verificar empalme por Profesor (Fuente: Propia, 2019). .....	55
Tabla 5.1 Preoferta propuesta (Fuente: Propia, 2019).....	64
Tabla 5.2 Horarios para las materias Administración en redes y Sistemas expertos (Fuente: Propia, 2019).....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Interfaz del software GHC [3].	26
Figura 2.2 Precios del software GHC de acuerdo al número de profesores [4].	27
Figura 2.3 Interfaz del software FET [6].	28
Figura 2.4 Interfaz que muestra los profesores y sus horarios [6].	28
Figura 2.5 Interfaz que genera el horario en FET [6].	29
Figura 2.6 Descripción de las características del software Units Gruper & Petters [7].	30
Figura 2.7 Interfaz de inicio del software Units Gruper & Petters [7].	30
Figura 2.8 Interfaz de horarios del software Units Gruper & Petters [7].	31
Figura 3.1 Diagrama E-R. (Fuente: Propia, 2019).	38
Figura 3.2 Refinamiento de un diseño de base de datos [9].	39
Figura 3.3 Modelo Relacional de la BD propuesta (Fuente: Propia, 2019).	47
Figura 4.1 Diagrama de casos de usos general (Fuente: Propia, 2019).	48
Figura 4.2 Diagrama de casos de uso Cargar Preoferta (Fuente: Propia, 2019).	49
Figura 4.3 Diagrama de casos de uso Establecer horario (Fuente: Propia, 2019).	51
Figura 4.4 Diagrama de clases del sistema propuesto. (Fuente: Propia, 2019).	57
Figura 4.5. Diagrama de secuencia del registro de preoferta. (Fuente: Propia, 2019).	58
Figura 4.6. Diagrama de secuencia del registro de horario. (Fuente: Propia, 2019).	59
Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 1). (Fuente Propia, 2019).	60
Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 2). (Fuente Propia, 2019).	61
Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 3). (Fuente Propia, 2019).	62
Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 4). (Fuente Propia, 2019).	63
Figura 5.2 Página principal del SCH (Fuente Propia, 2019).	65
Figura 5.3 Opciones del módulo de la preoferta (Fuente Propia, 2019).	65
Figura 5.4 Formulario para dar de alta Preoferta (Fuente Propia, 2019).	66

Figura 5.5 Registro de la preoferta número 1. (Fuente Propia, 2019).....	66
Figura 5.6 Registro de la preoferta número 2. (Fuente Propia, 2019).....	67
Figura 5.7 Opciones del módulo horario. (Fuente Propia, 2019).....	67
Figura 5.8 Formulario para generar el horario. (Fuente Propia, 2019).....	68
Figura 5.9 Registro horario de la materia Administración en redes. (Fuente Propia, 2019).....	68
Figura 5.10 Registro horario de la materia Sistemas expertos. (Fuente Propia, 2019).....	69
Figura 5.11 Mensaje de error de las horas ingresadas. (Fuente Propia, 2019).	70
Figura 5.12 Mensaje de error que existe un empalme por grupo. (Fuente Propia, 2019).....	71
Figura 5.13 Mensaje de error que existe un empalme por profesor. (Fuente Propia, 2019).....	72
Figura 5.14 Información general de las horas de un profesor. (Fuente Propia, 2019).....	72
Figura 5.15 Opciones adicionales que tiene el sistema SCH. (Fuente Propia, 2019).....	73
Figura 5.16 Reporte de las horas totales de un profesor. (Fuente Propia, 2019). .....	74



## RESUMEN

En este trabajo se desarrolla un sistema de control de horarios para el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. El objetivo es identificar empalmes en los horarios establecidos en los diferentes grupos que conforman una licenciatura o posgrado ofertado en el centro. Los empalmes se verifican por grupo y por profesor, ya que varias licenciaturas e inclusive posgrados comparten profesores.

Se generó la base de datos relacional hasta la tercera forma normal, mientras que el análisis y el diseño fue presentado con diagramas UML para la aplicación. Finalmente, se implementó el sistema en una aplicación Web reutilizando la plantilla AdminLTE versión 2.4.2 y el lenguaje de programación PHP 7.2.8.

El sistema propuesto, denominado Control de Horarios (SCH), identifica correctamente los posibles empalmes de acuerdo a la preoferta previamente generada y reporta resultados satisfactorios al no permitir el alta de un horario con una colisión existente. Por lo cual, permite mayor eficiencia en la generación de los mismos.

# CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

En general, las aplicaciones orientadas a la generación de horario requieren de la información de la plantilla ofertada y de la disponibilidad del profesor y las aulas. Al ser tan genéricas, se desperdician muchas de las tareas o al contrario, omiten procesos que pueden ser importantes, según el centro educativo que lo utilice.

Otro punto importante es cuando se mezclan unidades de aprendizaje (UA) y se comparten profesores entre las diferentes carreras ofertadas. Por ejemplo, en un centro universitario como el de Valle de Chalco, se ofertan seis licenciaturas presenciales, una en línea y tres posgrados, por lo que evitar empalmes entre profesores que imparten clases en varias carreras o posgrados sería de gran ayuda.

## 1.1 Planteamiento del problema

El Centro Universitario UAEM Valle de Chalco es una institución de educación superior que forma parte de la Universidad Autónoma del Estado de México que responde a las necesidades de desarrollo de la región oriente del estado, en el municipio que lleva su nombre. Cuenta con una oferta educativa de alrededor de 2,528 estudiantes que se integran en seis carreras a nivel licenciatura que se listan a continuación:

- Licenciatura en Contaduría (LCN)
- Licenciatura en Derecho (LDE)
- Licenciatura en Diseño Industrial (LDI)
- Licenciatura en Enfermería (LEN)
- Licenciatura en Informática Administrativa (LIA)
- Ingeniería en Computación (ICO)
- Licenciatura en Enfermería a Distancia (LEND)

Además, se atienden a profesionales que realizan estudios de posgrado como la Maestría en Ciencias de la Computación (MACSCO), la Maestría en Enfermería (MENF) y el Doctorado en Ciencias de la Computación (DOCCOM).

El objetivo del centro universitario es preparar a jóvenes en el ámbito profesional acorde a las necesidades de su entorno, de su comunidad y de la sociedad en general. Dicho lo anterior, para llevar cabo el cumplimiento de las funciones académicas del espacio es necesario contar, principalmente, con una estructura jerárquica que desempeñe actividades específicas para cada carrera ofertada, así como para cada servicio ofrecido como control escolar, vinculación, titulación, etcétera. Para la generación de horarios, las coordinaciones son los elementos más importantes, ya que a partir de ellas, es posible gestionar adecuadamente y de manera específica las necesidades de cada carrera ofertada en el centro universitario.

Dado lo anterior, cada carrera tiene un coordinador que realiza la gestión académica acorde a la legislación de la universidad y al plan de estudios. Es decir, cada coordinador tiene una plantilla de profesores a quienes se les asigna una o varias asignaturas en dos semestres denominados Periodo A que consta de los meses febrero a julio; y Periodo B que es de agosto a enero. Las asignaturas ofertadas están consideradas según el semestre, para dar cumplimiento al programa educativo que tienen establecido.

Actualmente, los horarios se realizan por separado, cada coordinador solicita la disponibilidad de acuerdo a la preoferta, después crea la plantilla y genera el horario, el cual, es entregado en la subdirección académica, donde se verifica lo siguiente:

1. Relación de profesor-UA por carrera y posgrado.
2. Número de UA y horas asignadas al profesor.
3. Empalmes en el horario del grupo.
4. Empalmes en el horario del profesor.

Cada verificación se realiza de forma manual, transcribiendo la información a una hoja hecha en Excel, que arrastra en muchos casos errores de dedo tanto en horarios como en la relación profesor-UA.

Una vez que se han identificado los empalmes, el control que se lleva sufre varias modificaciones y el número de versiones contribuye a que haya confusiones y empalmes no detectados o generados al tratar de eliminarlos, por lo que el proceso es visiblemente deficiente.

Lo anterior nos lleva a las siguientes preguntas. ¿Cuáles son las herramientas óptimas para la generación de los horarios?, ¿el desarrollo de software específico para el control de horario en un centro educativo es suficiente para garantizar la eliminación de los empalmes sin errores en el proceso?. De tal manera que la generación de horarios que contengan nulo o un número mínimo de errores es altamente necesario.

## **1.2 Objetivos**

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

### **General**

Desarrollar un sistema de control de horarios que permita la gestión adecuada de la oferta académica del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

### **Específicos**

- Realizar un análisis de la información obtenida del usuario y cubrir los elementos requeridos para el software propuesto.
- Diseñar la base de datos del sistema de control de horario que cubra los requerimientos del usuario.
- Diseñar la aplicación del sistema de control de horario que garantice eficazmente las tareas.

- Implementar la aplicación del sistema de control de horario considerando el diseño del punto anterior.
- Realizar pruebas con ejemplos reales de la oferta y los horarios para determinar posibles errores de programación.

### **1.3 Hipótesis**

Retomando la interrogante en el planteamiento del problema podemos considerar que desarrollar un sistema informático que controle adecuadamente los horarios por profesor sin importar turno y carrera o posgrado permitirá reducir el número de errores por empalme que actualmente se han presentado en cada periodo escolar en el CU UAEM Valle de Chalco.

Esto implicaría la eficacia del proceso, al disminuir los empalmes y la eficiencia al permitir que el área académica establezca adecuadamente las asignaciones tanto de horas clase como de aulas a los profesores de este centro universitario.

### **1.4 Metodología**

Para alcanzar el objetivo de este trabajo, dado que se va a desarrollar un sistema informático, se utilizará la metodología de Proceso Unificado de Desarrollo de Software (PUDS) basándolos en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

En el caso de la recopilación de información y análisis de los requerimientos se utilizará la investigación documental.

- Recopilación de información: Se realizará una investigación documental de las principales características y el funcionamiento sobre los sistemas que se encuentran en la red que tienen la función de gestionar el control de horario en un centro educativo.

- Analizar los requerimientos: Se realizarán diagramas para cubrir los requisitos requeridos mediante los diagramas UML proporcionando una idea clara de cómo el sistema deberá interactuar con el usuario.

En el caso del diseño e implementación del sistema se utilizará la investigación experimental.

- Diseñar un sistema: En esta sección se diseñarán los prototipos de la interfaz, también se llevará a cabo el esquema de la base de datos utilizando el modelo Entidad-Relación.

- Implementar el sistema: Aquí se montará la base de datos, se programarán las interfaces y la parte lógica del sistema, una vez hecho eso se procederá a la instalación de las aplicaciones necesarias, su configuración y el montaje del sistema.

- Pruebas del sistema: En esta parte se realizaran las pruebas que corroboraran el correcto funcionamiento del sistema.

## **1.5 Alcances**

La propuesta está diseñada para resolver el problema de empalmes en los horarios generados para el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, considerando únicamente los planes académicos ofertados a nivel licenciatura y posgrados presenciales.

## **1.6 Organización del documento**

El resto del documento está organizado de la siguiente manera. En el Capítulo 2, se describe cómo está estructurado el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco y las actividades que realiza cada coordinador para la oferta de materias y la asignación de horarios de cada una de las licenciaturas y

posgrados. Además, se realiza el análisis del problema que presenta el coordinador para la asignación de horarios que son los empalmes por grupo y profesor. Así mismo, se hace una investigación sobre el software que ayuda a resolver los empalmes. En el Capítulo 3, se describe el diseño de la base de datos, a través del diagrama Entidad-Relación (E-R) y el Modelo Relacional resultante después de normalizar la base de datos. En el Capítulo 4, se describe el proceso de análisis y el diseño del sistema propuesto, a su vez, se presentan los distintos diagramas que se necesita para este sistema. En el Capítulo 5, se realiza una prueba piloto con datos reales proporcionados por la subdirección académica sobre los planes de estudios, profesores y horarios. Por último, en el Capítulo 6 se muestran las conclusiones este trabajo.

## CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

En el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, cada plan de estudios tiene asignado un Coordinador, que debe seguir un proceso para producir el horario correspondiente al próximo semestre y que es utilizado por cada estudiante al realizar su inscripción. Por simplicidad, en la explicación de los requerimientos del usuario, en este documento se consideran en la Tabla 2.1 las abreviaciones y definiciones utilizadas.

Tabla 2.1 Notación utilizada en este documento. (Fuente: Propia, 2019).

CONCEPTO	ABREVIACIÓN
Licenciatura en Contaduría	LCN
Licenciatura en Derecho	LDE
Licenciatura en Diseño	LDI
Licenciatura en Enfermería	LEN
Licenciatura en Enfermería a Distancia	LEND
Licenciatura en Informática Administrativa	LIA
Licenciatura en Ingeniería en Computación	ICO
Doctorado en Ciencias de la Computación	DOCCOM
Maestría en Ciencias de la Computación	MACSCO
Maestría en Enfermería	MENF
Unidad de Aprendizaje	Materia
Carrera o posgrado	Carrera
No. de Créditos	CR
Total de Horas	TH
Profesor de asignatura	PA
Profesor de medio tiempo	PMT
Profesor de tiempo completo	PTC
Profesor de tiempo completo-SNI	SNI
Técnico Académico de tiempo completo	TATC



Una vez aclarada la notación utilizada, el proceso que realiza el Coordinador es el siguiente:

1. Propuesta de la preoferta: relación del grupo y el número de materias asignadas por semestre y turno.
2. Asignación de la plantilla: relación del grupo-materias y profesor.
3. Generación del horario: relación del horario-materias-profesor por grupo.

Todo el proceso es vigilado por la Subdirección Académica, quién es la entidad que regula los tiempos de entrega, los formatos, la verificación de horas asignadas y autoriza los posibles cambios después de la revisión general. A continuación se explica a detalle cada paso.

## 2.1 Preoferta

La preoferta consiste en la relación entre un grupo y las materias asignadas por turno. Cada semestre se realiza una preoferta por carrera que contiene la relación mencionada según el número de grupos activos en el periodo. La Tabla 2.2 lista el número de grupos y el número aproximado de materias ofertadas.

Tabla 2.2 Descripción de grupos y materias en los diferentes periodos. (Fuente: Control Escolar CU UAEM Valle de Chalco, 2018).

Carrera	Periodo A		Periodo B	
	No. Grupos	No. Materias ofertadas	No. Grupos	No. Materias ofertadas
ICO	8	59	10	70
LCN	8	54	8	54
LDE	16	147	16	120
LDI	9	71	9	71
LEN	24	300	24	300
LEND	4	6	4	6

LIA	4	27	4	27
DOCCOM	2-3	8	2-3	9
MACSCO	2	10	2	14
MENF	2	8	2	8

Como puede observarse, cada periodo tiene una oferta de materia que los coordinadores deben distribuir por grupo. La información requerida se muestra en la Tabla 2.3, la cual es generada de acuerdo a las necesidades específicas del grupo y de la carrera.

Tabla 2.3 Información requerida para la generación de la preoferta (Fuente: Propia, 2018).

Nombre de la Carrera	Ingeniero en Computación
Periodo	2019A
Semestre	Sexto
Grupo	O5
Turno	Matutino
Clave de la Unidad de Aprendizaje	L41002
Nombre de la Unidad de Aprendizaje	ALGEBRA LINEAL
No. De Créditos	6
Total de Horas	3

Una vez establecida esta relación para todos los grupos, los profesores presentan su disponibilidad de horario y las materias que pueden impartir, para continuar con el siguiente paso.

## 2.2 Plantilla

En la propuesta de la plantilla se asigna a cada materia un profesor. El Coordinador previamente analiza el perfil de profesor y el horario disponible para realizar dicha asignación. En este proceso se verifica que el profesor cumpla con lo establecido según la legislación.

El Reglamento del Personal Académico de la Universidad Autónoma del Estado de México [1], en el capítulo IV, artículo 25 fracción II, se indica que los profesores de asignatura impartirán cátedra 18 horas-semanas para los profesores de nivel licenciatura.

En el capítulo V artículo 43 fracción I, indica que los profesores de carrera de tiempo completo cumplirán 36 horas-semanales, con una carga de 18 a 30 horas-clase y en la fracción II menciona que los profesores de carrera de medio tiempo cumplirán 18 horas – semana – clase o de actividades que se derivan de ella.

En la fracción III indica que los investigadores de carrera de tiempo completo cumplirán 36 horas – semana, distribuidas de la siguiente manera, de 24 a 28 horas-semana de investigación y actividades que se deriven de ella y el resto de tiempo de 8 a 12 horas-clase.

Por lo tanto, la asignación de horas clase por semana debe respetar el perfil del profesor y no debe ser menor o superior a lo establecido en la legislación, por lo que, la plantilla se revisa de manera local (horas por grupos asignados en una carrera) y global (horas por grupo en todas las carreras ofertadas en el centro universitario).

### **2.3 Horario**

El diseño de los horarios por carrera es una parte importante porque se ofertan las materias, se asignan los profesores y se verifican posibles empalmes, en los horarios tanto de los profesores en diferentes carreras como en un determinado grupo. Las materias por cada grupo son correspondientes al semestre y al periodo y cada una de ellas tendrá un profesor asignado.

Dicho lo anterior, el Coordinador tiene la responsabilidad de verificar el horario generado de los grupos de la carrera que tiene a su cargo, considerando la distribución de horas a la semana y al turno que puede ser

matutino o vespertino. Las tareas que realiza el Coordinador, no necesariamente en este estricto orden, son las siguientes:

1. Identifica la relación materia-profesor presentada en la plantilla.
2. Distribuye las horas de la materia, indicadas en el plan de estudios, según la disponibilidad del profesor asignado.
3. Verifica que no haya empalmes en el grupo para el horario recién generado.
4. Si encuentra empalmes
  - i. Regresa al punto 2.
5. Establece el horario.
6. Repite desde el punto 1 hasta terminar el número de materias asignadas al grupo.
7. Verifica que no haya empalmes en la carrera para el horario recién generado (que el profesor no tenga un horario ya establecido en otro grupo previamente, que interfiera con el actual).
8. Si encuentra un empalme
  - i. Regresa al punto 2.
9. Repite el proceso hasta terminar con la asignación de los horarios en todos los grupos de la carrera.

Una vez que el Coordinador termina con la elaboración del horario, lo entrega a la Subdirección Académica, que se encarga de revisar los empalmes que se puedan presentar del profesor con respecto a los horarios establecidos en diferentes carreras.

Como es común, siempre se encuentra un porcentaje de empalmes producidos principalmente por que la disponibilidad de los profesores es la misma en todas las carreras donde imparten materias. Entonces, cuando se encuentra un empalme, la Subdirección Académica regresa el horario a los Coordinadores de las carreras donde se identificó el empalme y el proceso de

corrección y validación se realiza, lo que en muchas ocasiones, provoca un retraso significativo. En definitiva, el proceso que se hace de manera manual es engorroso con una inversión alta de tiempo y esfuerzo.

## 2.4 Herramientas disponibles

Actualmente, los coordinadores utilizan herramientas genéricas como hojas de cálculo o editores de texto, para llevar el control. Sin embargo, es una tarea tediosa, por lo cual, es importante tener una herramienta que automatice e identifique con mayor rapidez empalmes o errores y disminuir el tiempo de elaboración. En este sentido, existen aplicaciones que ayudan a la generación de horarios como son:

- Software GHC de la compañía Peñalara [2] es un generador automatizado de horarios para los centros de enseñanza. Su objetivo principal es la generación de los horarios escolares semestrales teniendo en cuenta todas las condiciones necesarias para cada centro de enseñanza. Para ilustrar mejor, en la Figura 2.1 se muestra la interfaz de inicio del software GHC [3]. No sólo encuentra una solución, si es que existe, sino que la optimiza intentando cumplir las condiciones ponderables que se hayan introducido en el programa. Así mismo, el software se compone de 3 partes claramente diferenciadas que se enlistan a continuación:

*Planificador:* Desde este componente, se configuran todas las opciones que necesitamos para realización del horario: disponibilidad de profesores y sus preferencias, aulas, características de sesiones lectivas, grupos de alumnos, etc.

*Motor:* Recoge los datos introducidos en el planificador y busca de manera automática todas las combinaciones posibles que cumplan con las condiciones estrictas que se hayan establecido. Una vez llegamos a

una solución, ésta es optimizada para ajustar el horario a las preferencias y sus ponderaciones según se hayan introducido.

*Editor:* Cada solución generada por el motor puede mostrarse usando el editor de GHC. Éste ofrece distintas vistas del horario; por profesores, aulas, grupos, reuniones, guardias, etc. Desde el Editor, también es posible modificar cada resultado mediante operaciones con arrastrar y soltar, informándole si hubiera algún conflicto. Permite exportar el horario en distintos formatos, como PDF, HTML y Excel.

El precio del software varía dependiendo del número de maestros que existan en el espacio académico. En el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco presenta una plantilla de 228 profesores aproximadamente, verificando los precios propuestos del software es demasiado el dinero para invertir. Para ilustrar mejor, la Figura 2.2 contiene los precios de acuerdo a la cantidad de los profesores que se tenga en un espacio académico [4].

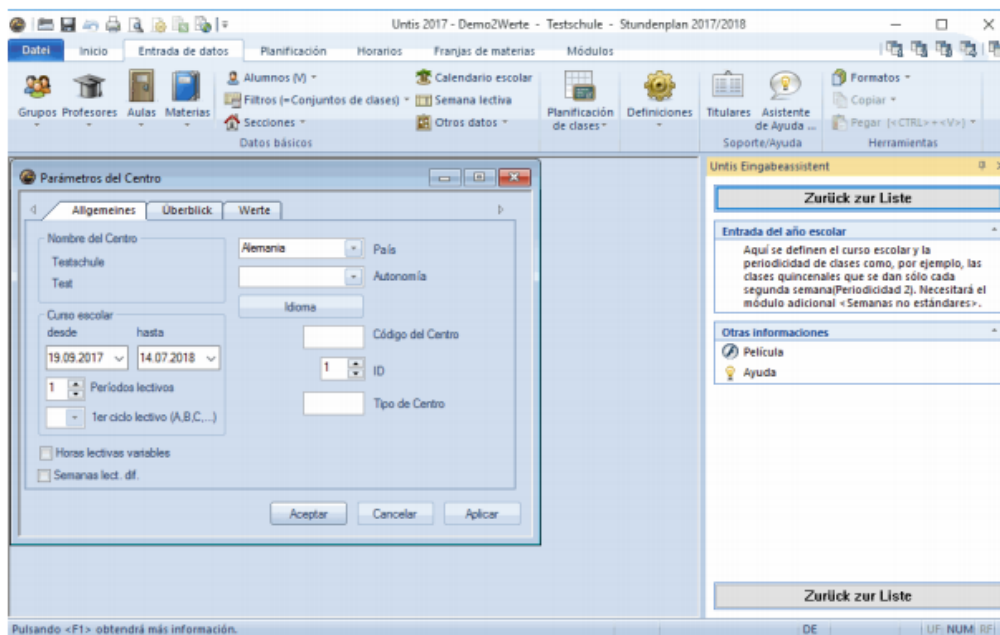


Figura 2.1 Interfaz del software GHC [3].

Profesores	Nuevos	Renovación de suscripción
hasta 10	\$ 1,540.00	\$ 1,375.00
hasta 15	\$ 2,130.00	\$ 1,749.00
hasta 20	\$ 2,720.00	\$ 2,123.00
hasta 25	\$ 3,310.00	\$ 2,497.00
hasta 30	\$ 3,900.00	\$ 2,871.00
hasta 35	\$ 4,490.00	\$ 3,245.00
hasta 40	\$ 5,080.00	\$ 3,619.00
hasta 45	\$ 5,670.00	\$ 3,993.00
hasta 50	\$ 6,260.00	\$ 4,367.00
hasta 55	\$ 6,850.00	\$ 4,741.00
hasta 60	\$ 7,440.00	\$ 5,115.00
hasta 65	\$ 8,030.00	\$ 5,489.00
hasta 70	\$ 8,620.00	\$ 5,863.00
hasta 80	\$ 9,800.00	\$ 6,611.00
hasta 90	\$ 10,980.00	\$ 7,359.00
sin límite	\$ 12,160.00	\$ 8,107.00

Figura 2.2 Precios del software GHC de acuerdo al número de profesores [4].

- Dado que la inversión es alta, es importante considerar aplicaciones gratuitas, como es FET (Free Timetabling Software) [5], un software libre de código abierto para la programación automática del horario de un espacio académico. Utiliza un algoritmo de establecimiento de horarios rápido y eficiente. Está licenciado bajo la licencia pública general de GNU Affero versión 3 o posterior. La última versión del software FET-5.35.7 fue lanzada el 1 junio del 2018. Los horarios generados se exportan a formatos HTML, XML y CSV. Por lo general, FET tiene como principal objetivo resolver un calendario escolar complicado en un máximo de 5-20 minutos dependiendo la matrícula del espacio académico y los espacios para la impartición de clases [6]. Sin embargo, el software se encuentra sobre la plataforma Linux lo que complica el manejo del software ya que

el sistema operativo tiene una interfaz menos amigable que la de Windows y también la configuración del software requiere de un nivel de conocimiento intermedio para el manejo del sistema operativo, además, solo tiene un idioma definido por lo que algunos de los usuarios lo consideran inflexible, como se muestran en las Figuras 2.3, 2.4 y 2.5.

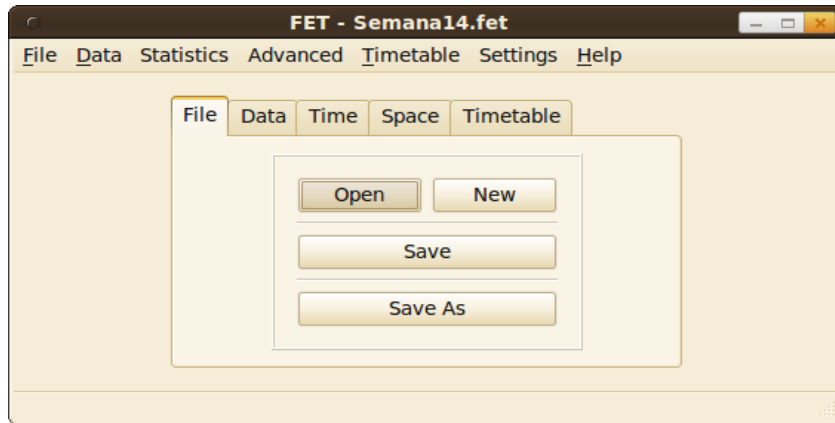


Figura 2.3 Interfaz del software FET [6].

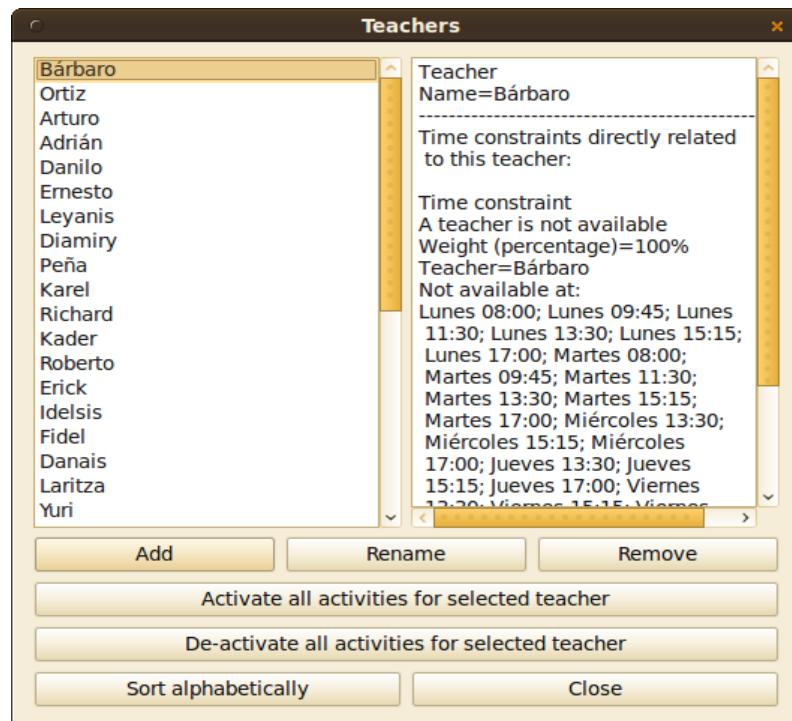


Figura 2.4 Interfaz que muestra los profesores y sus horarios [6].



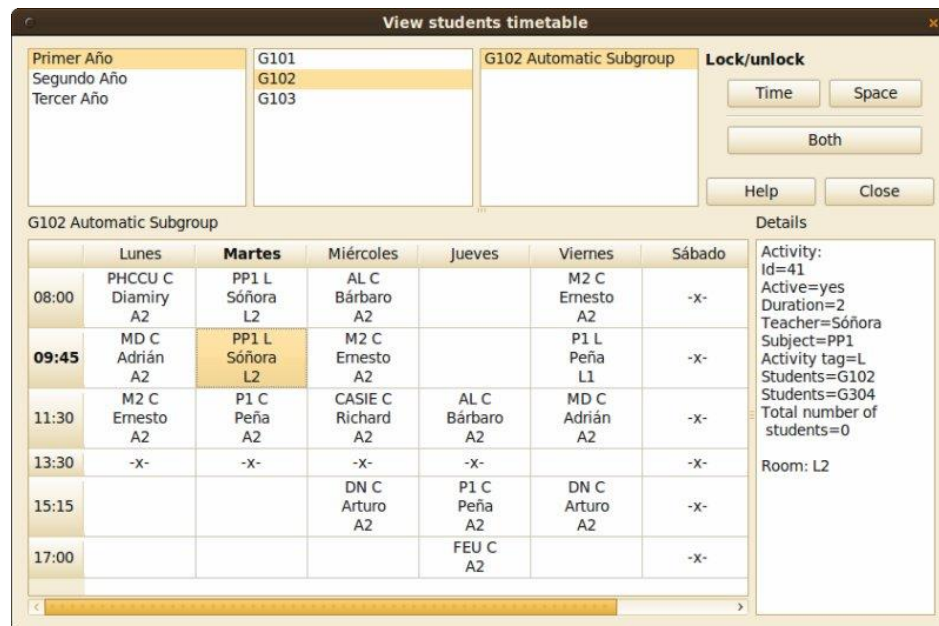


Figura 2.5 Interfaz que genera el horario en FET [6].

- Una aplicación más es Untis Gruper & Petters, un software desarrollado en .Net en la versión unix 2014, la versión más actual está desarrollada en Microsoft C++ 2015 Runtime. Hace la realización y administración de los horarios en su mayoría de centros educativos. Para ilustrar mejor, la Figura 2.6 contiene las características más importantes del software. Las restricciones sobre la generación de los horarios que ofrece son numerosas, por ejemplo, cuando el horario termina de generarse busca soluciones para los cambios que surjan al momento y envía la información estadística a la administración. El sistema tiene un demo de 15 días posteriormente se necesita pagar al mes para la funcionalidad de dicho programa. La interfaz de inicio y en la generación de horarios, se muestran en las Figuras 2.7 y 2.8.



Figura 2.6 Descripción de las características del software Units Gruper & Petters [7].

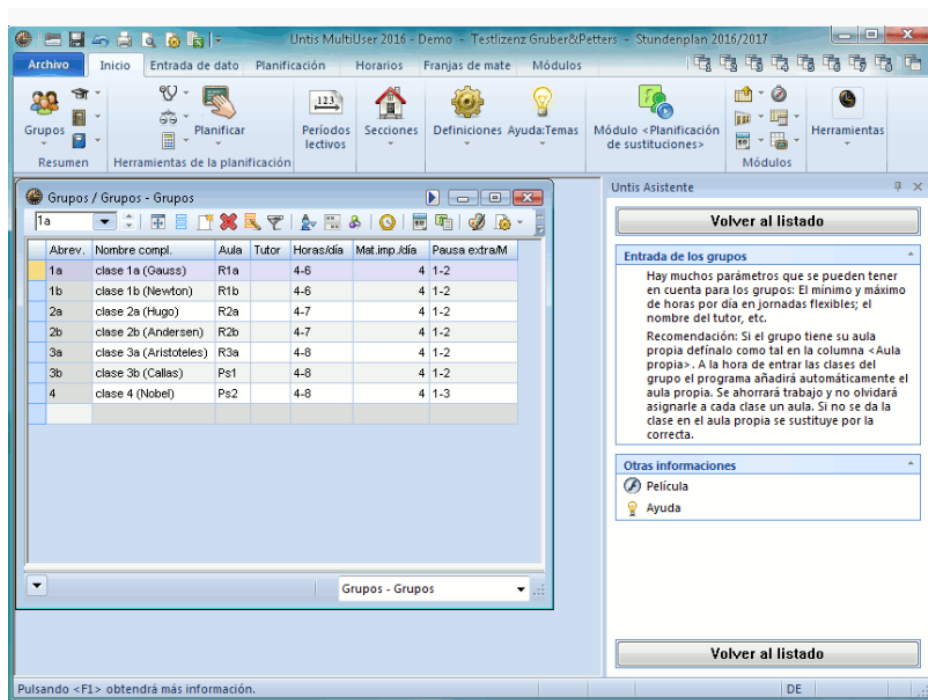


Figura 2.7 Interfaz de inicio del software Units Gruper & Petters [7].

Modalidad de la optimización

Horarios optimizados 12

Estrategia: A (6/9) 0/0/0

1. Ciclo

	Valoración	Horas no planif	Ses. no ocup.	Horas priorit.	Materias 2x/Día	Falta HH dobles
Mejor horario	160	0	0	0	0	6
Horario 2	180	0	0	1	0	6
Horario 3	207	0	0	1	1	7
Horario 4	218	0	1	1	1	5
Horario 5	259	0	1	3	0	7
Horario 6	286	0	0	2	0	11

Figura 2.8 Interfaz de horarios del software Units Gruper & Petters [7].

Como puede observarse, para estas aplicaciones con licencia se requiere una inversión financiera elevada considerando el número de profesores, grupos y materias ofertados en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

## CAPÍTULO 3. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

En este capítulo se realiza un análisis a detalle de la base de datos creada para el control de horario. Se detalla la descripción de los elementos involucrados, se presenta el diagrama entidad relación y el modelo relacional normalizado hasta la tercera forma normal.

### 3.1 Descripción de los atributos

De acuerdo a los requerimientos del usuario para el control de horarios, se identificaron las siguientes entidades.

Carrera: es una entidad que contiene la información de cada licenciatura ofertada. Se requiere que la carrera se identifique de manera única es decir que tenga una clave para cada una de las licenciaturas o posgrados. Los atributos para esta entidad son:

- Clave: identificador único e irrepetible. Está generada por tres caracteres del alfabeto y es la abreviación del nombre de la carrera.
- Nombre: identificador con el cual es conocida la carrera. Está compuesto por una cadena de caracteres que indican el título completo de la carrera.

En la Tabla 3.1, se muestran las diferentes licenciaturas que se imparten en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco con su correspondiente clave.

Tabla 3.1. Descripción de las carreras con su clave y su nombre. (Fuente: Propia, 2019).

Clave	Nombre
LCN	Licenciatura en Contaduría.
LDE	Licenciatura en Derecho.
LDI	Licenciatura en Diseño Industrial.
LEN	Licenciatura en Enfermería.
LIA	Licenciatura en Informática Administrativa.
ICO	Ingeniería en Computación.

LND	Licenciatura en Enfermería a Distancia.
MEG	Maestría en Enfermería en Gestión de Enfermería.
MET	Maestría Enfermería Terapia Intensiva.
MEP	Maestría Enfermería Perinatal.
MCO	Maestría en Ciencias de la Computación.
DCO	Doctorado en Ciencias de la Computación.

Materia: es un conjunto de materias que forman parte de una carrera. En esta entidad, la materia puede ser ofertada con el mismo nombre pero pertenecer a distintas carreras o de una carrera y tener diferentes planes de estudios (si hubo una reestructuración). Los atributos para esta entidad son:

- Clave Materia: se identifica de manera única y está conformada por cadenas alfanuméricas de a lo más 7 caracteres.
- Nombre: identificador común de la materia y está compuesto por una cadena de a lo más 45 caracteres.
- Número de horas: total de horas teóricas y prácticas que comprenden la materia.
- Número de créditos: indica el valor creditico de la materia.

Esta entidad está relacionada con la carrera, considerando que cada carrera tiene un conjunto de materias asignadas. En la Tabla 3.2, se muestra un ejemplo de la materia de la licenciatura de Ingeniería en Computación con sus correspondientes atributos.

Tabla 3.2. Descripción de las materias de ICO. (Fuente: Propia, 2019).

Clave	Nombre	Número de horas	Número de créditos
L41006	Economía	2	4
L41002	Algebra Lineal	3	6
L41107	Calculo 2	4.5	9

Grupo: es una entidad que contiene información de los grupos de cada licenciatura. Los atributos para esta entidad son:

- Clave Grupo: el grupo tendrá una clave de identificación que será única de acuerdo a la licenciatura que le corresponda, la clave del grupo va cambiando de acuerdo al semestre y al turno.
- Semestre: corresponde al semestre que está cursando la generación.
- Turno: corresponde a dos opciones que son matutino y vespertino.
- Periodo: es un periodo de 6 meses con 16 semanas activas para impartición de clase. Se divide en dos periodos 'A' para los meses de febrero a julio y 'B' para agosto a enero.

Esta entidad está relacionada con la carrera, considerando que cada una tiene un conjunto de grupos asignados. En la Tabla 3.3, se muestran un ejemplo de cómo está conformado un grupo de la licenciatura de Ingeniera en Computación con sus correspondientes atributos.

Tabla 3.3. Descripción de los grupos de ICO. (Fuente: Propia, 2019).

Clave Grupo	Semestre	Turno	Periodo
O1	1	Matutino	A
O4	2	Vespertino	B
O6	3	Vespertino	A

Profesor: es el encargado de impartir conocimiento en las diferentes carreras, en los turnos establecidos por periodo que se encuentra. Los atributos para esta entidad son:

- RFC: clave alfanumérica que se compone de 13 caracteres, las dos primeras letras corresponden al apellido paterno, la tercera letra corresponde a la inicial del apellido materno y el cuarto al primer nombre. Le sigue el año de nacimiento, mes y día y los últimos tres dígitos los asigna el Servicio de Administración Tributaria (SAT). Identifica a cada registro de manera única e irrepetible.

- Nombre, Apellido Paterno, Apellido Materno: información de identificación personal del profesor.
- Categoría: la categoría que identifica el cargo administrativo que tienen en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

En la Tabla 3.4, se muestra la información que se necesita recabar de los profesores que imparten clases en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco con sus correspondientes atributos.

Tabla 3.4. Descripción de la información de los profesores. (Fuente: Propia, 2019).

RFC	Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Categoría
LPLO934949	Luis	Pérez	López	TATC
ERHE623401	Edgar	Rojas	Hernández	PA.
MRGA832343	Mariana	Ramírez	García	PMT
MSJU988234	María	Sánchez	Juárez	PTC

Preoferta: es la relación entre el grupo y las materias asignadas por turno. Así mismo, se realiza una preoferta por semestre en las diferentes carreras. A su vez, cada periodo tiene una oferta de materias que los coordinadores deben distribuir por grupo. Los atributos para esta entidad son:

- Materia: es la entidad que contiene la información de las materias que forman parte de una carrera.
- Profesor: es la entidad que contiene la información de los profesores del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.
- Grupo: es la entidad que contiene información de los grupos de cada licenciatura.
- Periodo: corresponde al periodo que se está cursando y se divide en dos periodos 'A' para los meses de febrero a julio y 'B' para agosto a enero.
- Año: corresponde al año natural.

En la Tabla 3.5, se muestra un ejemplo de la preoferta que propone el Coordinador de la carrera de ICO del Centro universitario UAEM Valle de Chalco.

Tabla 3.5.Descripción de la preoferta del periodo A. (Fuente: Propia, 2019).

Profesor	Materia	Grupo	Periodo	Año
Luis Pérez López	Calculo	O6	A	2019
Edgar Rojas Hernández	Algebra	O4	A	2019
Mariana Ramírez García	Base de datos	O2	A	2019

Horario: es un conjunto de clases para un grupo. Las características que tiene esta entidad son que deben respetarse las horas establecidas para la materia y que no haya empalmes en las materias del grupo y entre las materias del profesor. Los horarios por turno comúnmente son para el matutino de 7:00 de la mañana a 14:00 horas y para el vespertino de 14:00 a 21:00 horas. Los atributos para esta entidad son:

- Día: se requiere para establecer el día que se van a impartir las materias de cada una de las carreras.
- Hora de Entrada: es el tiempo de inicio en que se va a impartir una materia.
- Hora de Salida: es el tiempo en que se va a concluir la materia impartida.

En la Tabla 3.6, se muestra un ejemplo del diseño de los horarios que realiza el Coordinador de la carrera ICO con la distribución de los maestros, materias en los diferentes grupos y también la asignación del día y de las horas de entrada y salida.



Tabla 3.6. Diseño del horario con asignación de horas. (Fuente: Propia, 2019).

Materia	Profesor	Grupo	Día	Hora Entra	Hora Salida
Economía	Luis	O1	Lunes	7:00	10:00
Algebra Lineal	Edgar	O4	Martes	12:00	14:00
Calculo 2	Mariana	O0	Jueves	16:00	18:00

En la Figura 3.1, se muestra el Diagrama Entidad-Relación de las entidades participantes con sus respectivos atributos que se encontraron en el análisis del problema para la generación del horario en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

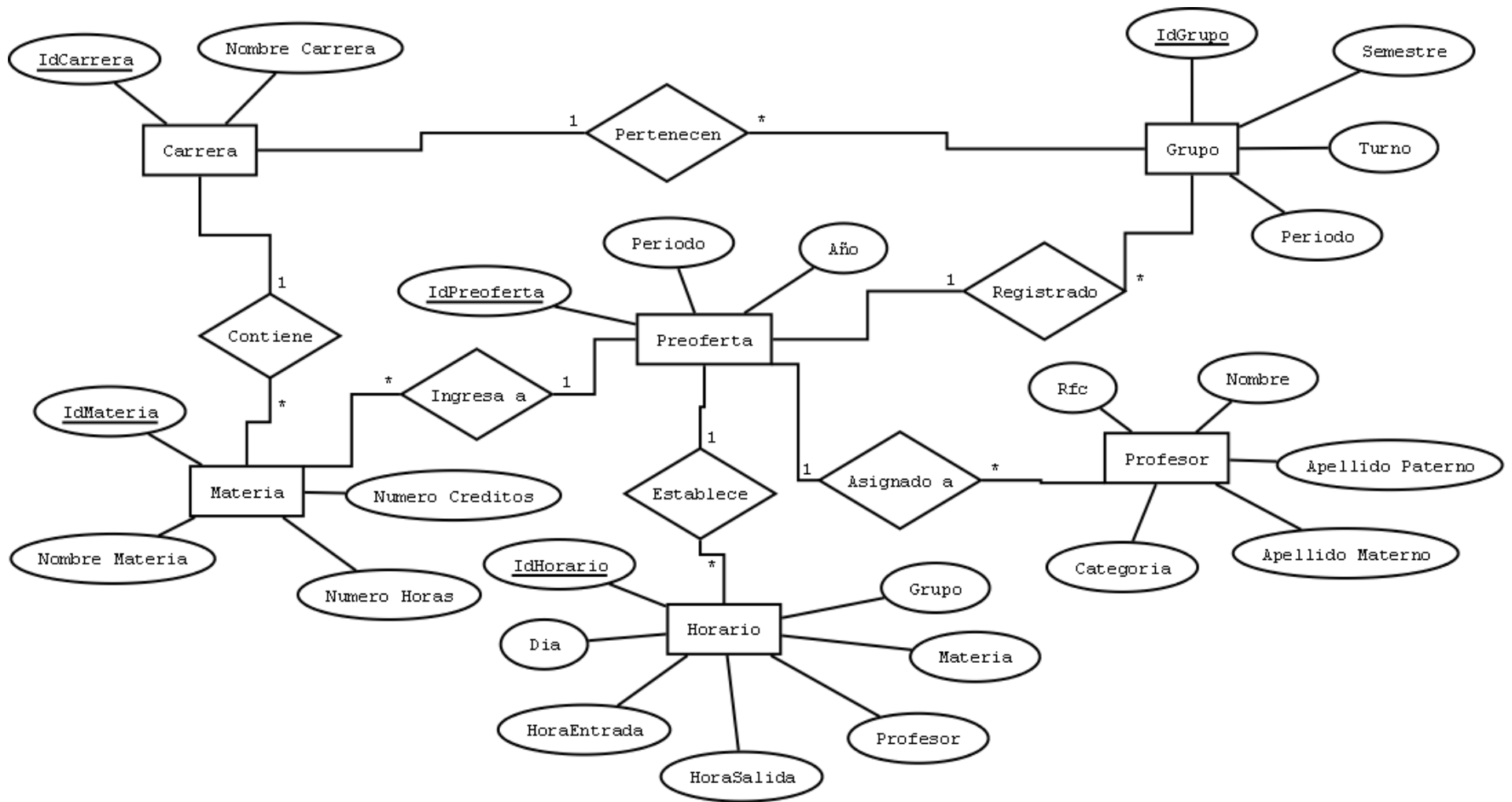


Figura 3.1 Diagrama E-R. (Fuente: Propia, 2019).

### 3.2 Normalización de la bases de datos

La normalización es el método de organizar los datos de una base de datos, es decir, es el proceso de simplificación de datos. El objetivo de la normalización es eliminar la redundancia y las dependencias incoherentes de los datos que existen en el esquema de las relaciones de cada una de las entidades y evitar la redundancia en la base de datos de una manera concisa [8].

El propósito de la normalización es identificar un conjunto adecuado de relaciones que soporte los requisitos de datos de una organización. Las características de un conjunto adecuado de relaciones incluyen [9]:

- el número mínimo de atributos necesario para soportar los requisitos de datos de la organización,
- los atributos con una relación lógica fuerte (lo que se describe como dependencia funcional) se encuentran en la misma relación,
- una redundancia mínima, estando cada atributo representando una sola vez, con la importante excepción de aquellos atributos que contribuyan o formen parte de claves externas, los cuales son esenciales para la combinación de relaciones.

La Figura 3.2 muestra el proceso de normalización de una base de datos.

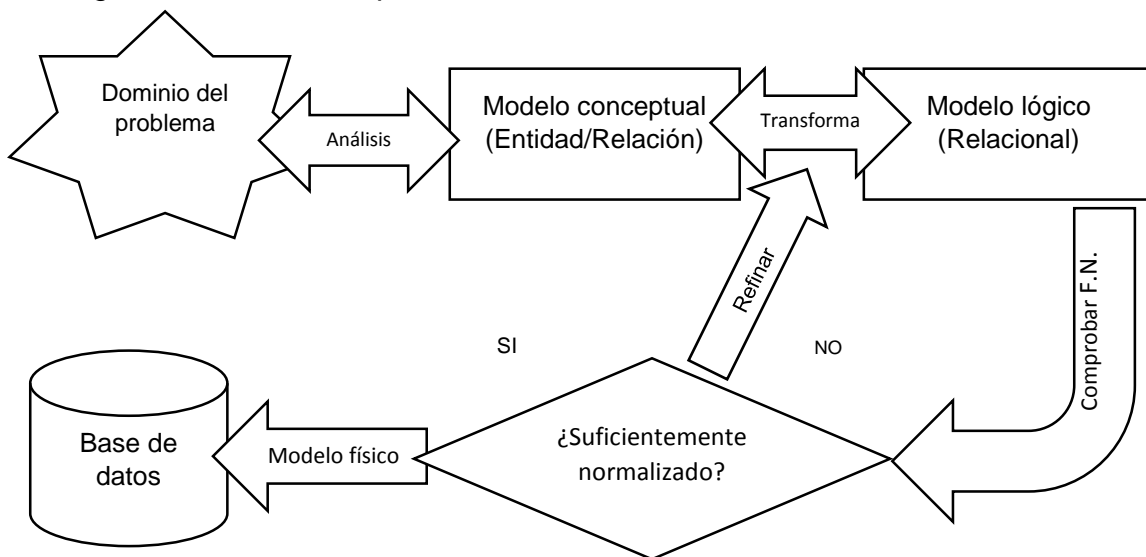


Figura 3.2 Refinamiento de un diseño de base de datos [9].

El proceso de normalización se suele ejecutar como una serie de pasos. Cada paso corresponde a una forma normal específica, que tiene propiedades conocidas. Es decir, una base de datos puede normalizarse hasta cualquier grado deseado. Así mismo, existen tres formas normales denominadas primera forma normal (1NF), segunda forma normal (2NF) y tercera forma normal (3NF), que son las que comúnmente se aplican en el diseño de la base de datos. En el siguiente apartado se describen las tres formas normales derivadas del Diagrama Entidad Relación (E-R) presentado en la Figura 3.1.

### 3.2.1 Primera forma normal (1FN)

Antes de presentar la definición de la primera forma normal, es necesario precisar que un dominio es atómico si los elementos del dominio son unidades indivisibles. De tal forma, que el esquema de una entidad R está en la primera forma normal si los dominios de todos los atributos de R son atómicos [10]. En la Tabla 3.7 se muestra un ejemplo de la primera forma normal, de la entidad Horario.

Tabla 3.7. Ejemplo de la 1FN para la entidad Horario. (Fuente: Propia, 2019).

Día	Hora entrada	Hora salida	Grupo	Materia	Carrera	Profesor
Lunes	7:00	9:00	O1	Programación	ICO	Jesús
Martes	10:00	12:00	O1	Programación	ICO	Jesús
Miércoles	14:00	16:00	O6	Calculo	ICO	Miguel
Jueves	13:00	15:00	O6	Calculo	ICO	Miguel
Viernes	18:00	20:00	DK	Ética	LDE	Fabián

### 3.2.2 Segunda forma normal (2FN)

Una relación se encuentra en segunda forma normal (2FN) si está en la 1FN y no tiene atributos que no dependan totalmente de la llave candidata. Ésta última

es considerada de forma potencial para ser llave primaria. Algunas de las estrategias para garantizar la segunda forma normal son:

- La creación de tablas independientes para conjuntos de valores que se apliquen a varios registros.
- La relación de las tablas recién generadas con una llave externa.

La base de datos proveniente del diagrama E-R presentado en la Figura 3.1, se encuentra no normalizada porque tiene redundancia y existen datos independientes en una misma tabla. Un ejemplo de la tabla horario en 2FN es que se divida en dos tablas como se muestra en las Tablas 3.8 y 3.9.

Tabla 3.8. Ejemplo de la 2FN para la entidad Horario. (Fuente: Propia, 2019).

IDHorario	Materia	Grupo	Profesor
123	Programación	O1	Jesús
543	Algebra	O4	Pedro
643	Calculo	O6	Miguel
765	Geometría	L1	Javier
525	Ética	DK	Fabián

Tabla 3.9. Ejemplo de la 2FN de la entidad Días. (Fuente: Propia, 2019).

Día	Hora entrada	Hora salida
Lunes	7:00	9:00
Martes	10:00	12:00
Miércoles	14:00	16:00
Jueves	13:00	15:00
Viernes	18:00	20:00

### 3.2.3 Tercera forma normal (3FN)

La normalización de las relaciones en 2NF convertidas a la 3NF implica la eliminación de las dependencias transitivas. Es decir, si existe una dependencia transitiva, se elimina de la relación los atributos que dependen transitivamente, situándolos en una nueva relación junto con una copia del determinante [10]. En otras palabras, se relacionan las tablas que son independientes con la tabla principal, a través de las denominadas llaves foráneas. La Tabla 3.10 muestra la 3FN de la entidad Horario.

Tabla 3.10. Ejemplo de la 3FN para la entidad Horario. (Fuente: Propia, 2019).

IDHorario	Día	Hora entrada	Hora salida
123	Lunes	7:00	9:00
123	Martes	10:00	12:00
643	Miércoles	14:00	16:00
643	Jueves	13:00	15:00
525	Viernes	18:00	20:00

### 3.3 Definición de dominios

Se muestra en este apartado la implementación de la base de datos donde se detalla cada uno de los atributos de las diferentes entidades y la descripción de sus tipos.

Las Tablas 3.11 a 3.16 listan los atributos de forma detallada para las entidades Materia, Carrera, Grupo, Profesor y Horario.

Tabla 3.11. Descripción de los atributos para la entidad Materia (Fuente: Propia, 2019).

Atributo	Características
IdMateria	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada una de las materias.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.

Nombre Materia	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el nombre de la materia.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 45.
No. Horas	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el número de horas totales de la materia.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: FLOAT.
No. Créditos	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el número de créditos de cada materia.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: FLOAT.

Tabla 3.12. Descripción de los atributos para la entidad Carrera (Fuente: Propia, 2019).

Atributo	Características
IdCarrera	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada una de las licenciaturas.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Nombre Carrera	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para identificar cada una de las licenciaturas por su nombre.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 5.

Tabla 3.13. Descripción de los atributos para la entidad Grupo (Fuente: Propia, 2019).

Atributo	Características
IdGrupo	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada grupo de las diferentes licenciaturas.
	Uso: De uso requerido.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Turno	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el turno

	correspondiente.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 1.
Semestre	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el grado del semestre.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 2.
Periodo	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el periodo correspondiente.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 1.

Tabla 3.14. Descripción de los atributos para la entidad Profesor (Fuente: Propia, 2019).

Atributo	Características
RFC	Descripción: Atributo alfanumérico que se identifica de manera único para cada profesor.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 12.
Nombre Profesor	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el nombre correspondiente del profesor.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 35.
Apellido Paterno	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el apellido correspondiente del profesor.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 35.
Apellido Materno	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el apellido correspondiente del profesor.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 35.
Categoría	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar la categoría



	correspondiente del profesor.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 8.

Tabla 3.15. Descripción de los atributos para la entidad Preoferta (Fuente: Propia, 2019).

Atributo	Características
IdProferta	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada una de las preofertas registradas.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Profesor	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada uno de los profesores.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 12.
Materia	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada una de las materias.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Grupo	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada grupo.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Periodo	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el periodo correspondiente.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Año	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el año en curso que se solicite la preoferta.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.

Tabla 3.16. Descripción de los atributos para la entidad Horario (Fuente: Propia, 2019).

Atributo	Características
IdHorario	Descripción: Atributo que se identificara de manera única para cada horario registrado.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Día	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar el dia correspondiente para cada horario registrado.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 10.
Hora Entrada	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar la hora de entrada.
	Uso: De uso requerido.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 8.
Hora Salida	Descripción: Atributo que se solicita para almacenar la hora de salida.
	Uso: Obligatorio
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 8.
Profesor	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada uno de los profesores.
	Uso: Obligatorio.
	Tipo de Dato: VARCHAR de longitud 12.
Materia	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada una de las materias.
	Uso: Obligatoria.
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.
Grupo	Descripción: Atributo que se identifica de manera única para cada grupo.
	Uso: De uso requerido
	Tipo de Dato: INT de longitud 3.

Dada la normalización realizada a la base de datos presentada en la Figura 3.1 y la descripción de los atributos en cada entidad, el Modelo Relacional resultante se muestra en la Figura 3.2.

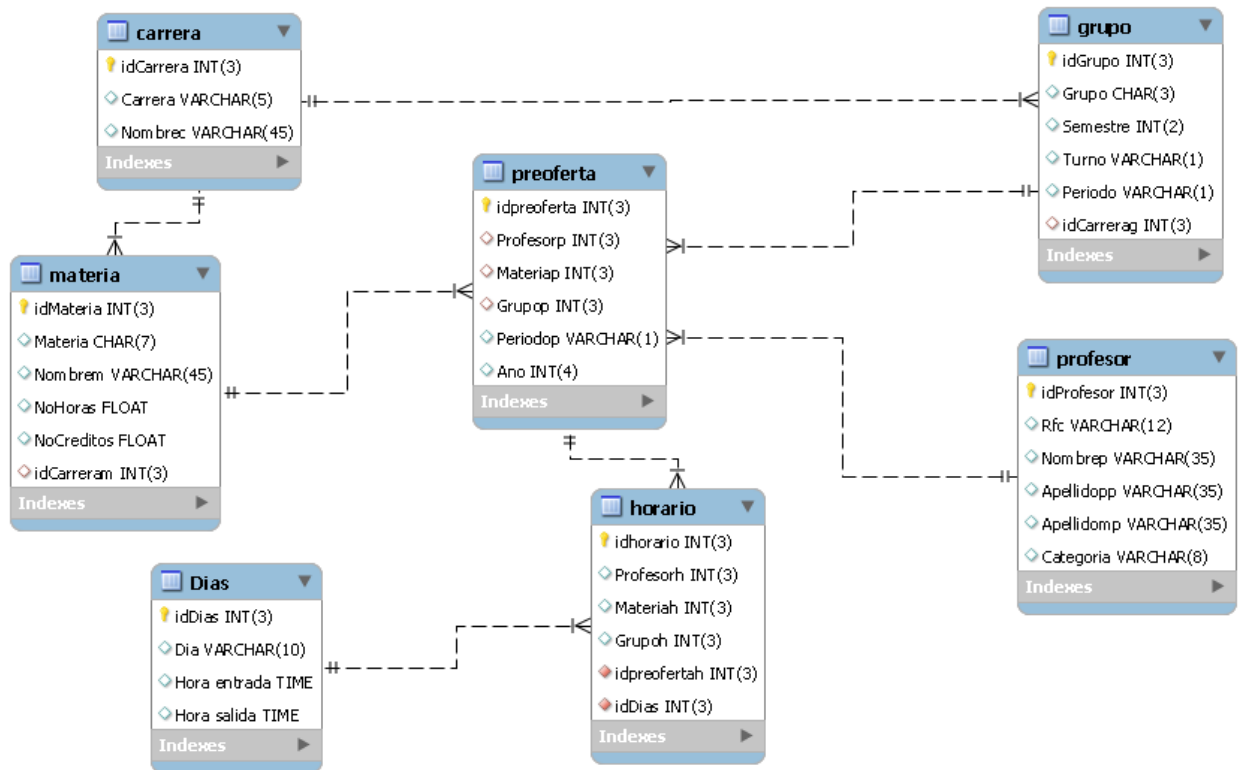


Figura 3.3 Modelo Relacional de la BD propuesta (Fuente: Propia, 2019).

## CAPÍTULO 4. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE HORARIO (SCH)

Una vez realizado el análisis de la base de datos y hecho la normalización, en este capítulo se presenta el diseño del sistema de control de horarios que tiene como objetivo principal identificar empalmes en los horarios respecto al grupo y al profesor. Para realizar el diseño del software propuesto se utilizó el Proceso Unificado de Desarrollo de Software, con los diagramas de Lenguaje Unificado de Modelado (UML) [11].

### 4.1 Casos de usos

Comenzamos el diseño del sistema con el diagrama general de casos de uso, presentado en la Figura 4.1 que muestra cuatro casos de uso y dos actores.

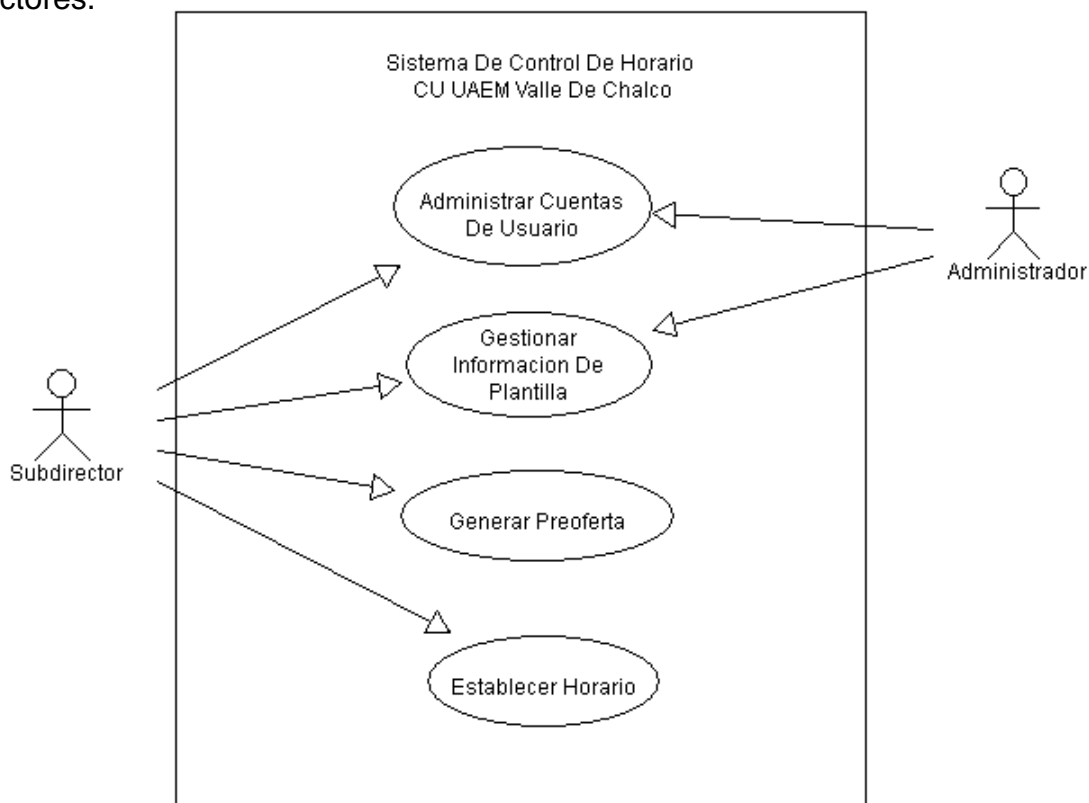


Figura 4.1 Diagrama de casos de usos general (Fuente: Propia, 2019).

La Figura 4.2 presenta el diagrama de casos de uso correspondiente al caso de uso Generar Preoferta que tiene como objetivo dar de alta un listado que relaciona las entidades materia, profesor, grupo y carrera. En ella, se establece la asignación de las materias por grupo en cada carrera. De este caso de uso se desprenden los casos de uso Registrar Preoferta, Actualizar Registro, Eliminar Registro y Elegir Registro para imprimir en Excel o en pdf. La Tabla 4.1 detalla lo realizado por Registrar preoferta, que es la actividad más importante para este caso de uso Generar Preoferta.

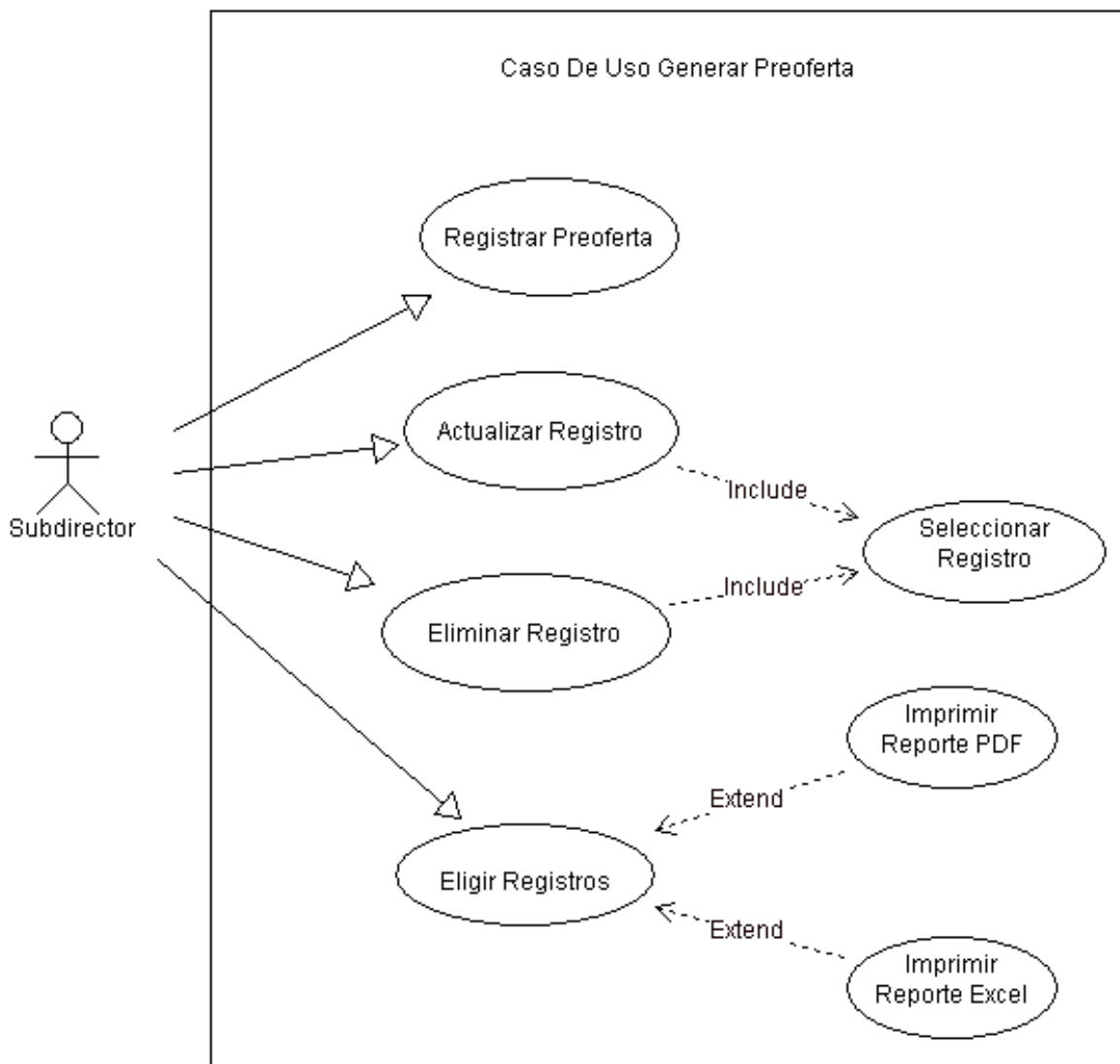


Figura 4.2 Diagrama de casos de uso Cargar Preoferta (Fuente: Propia, 2019).

Tabla 4.1 Caso de uso Registrar Preoferta (Fuente: Propia, 2019).

<b>Nombre: Registrar Preoferta</b>
Actor: Subdirector.
Descripción: se da de alta la preoferta para un periodo determinado.
Disparador: presionar el botón de registrar preoferta.
Precondiciones: 1.-El subdirector debe haber iniciado sesión en el sistema. 2.-La información correspondiente a las materias, profesores, carrera y grupos debe estar contenida en la base de datos.
Post condiciones: 1.- Queda registrada la preoferta para un periodo determinado.
Flujo normal: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El subdirector solicita dar de alta una preoferta.</li> <li>2. El sistema muestra los datos del formulario para ingresar. <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Periodo (*).</li> <li>b. Año que se está cursando (*).</li> <li>c. Carrera (*).</li> <li>d. Grupo (*).</li> <li>e. Unidad de aprendizaje (*).</li> <li>f. Profesor (*):</li> </ol> </li> <li>3. El subdirector completa los campos.</li> <li>4. El sistema valida los datos. (S1).</li> <li>5. El sistema guarda los datos en la base de datos.</li> </ol>
Flujo alternativo: S1.- El subdirector abandona la carga sin terminar antes del paso 3 del flujo normal. <ol style="list-style-type: none"> <li>S1.1. El sistema pregunta al usuario si desea abandonar.</li> <li>S1.2. Si la respuesta es verdadero abandona la alta de la preoferta.</li> </ol>
Excepciones: 1.- Existe una preoferta con el mismo profesor y grupo ya registrada.
Prioridad: Alta
Frecuencia de uso: Alta
Reglas: Al crear una preoferta se queda almacenada para posteriormente generar el horario.

Otro caso de uso importante por mencionar es Establecer horario, presentado en la Figura 4.3. En él, se registra el horario para lo cual, se debe corroborar si existen empalmes en los horarios de las materias de un mismo grupo, o los horarios de los profesores de diferentes grupos de una o más carreras.

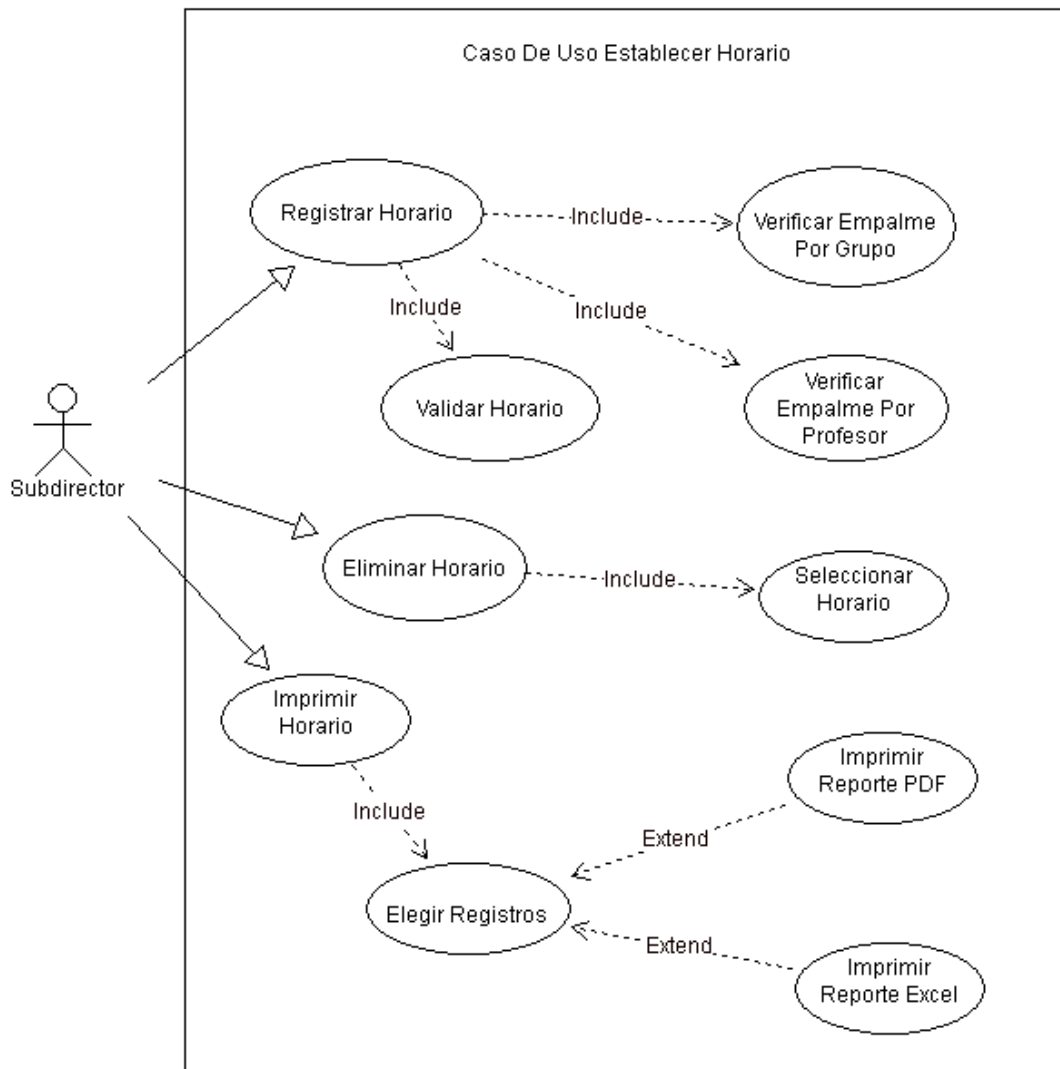


Figura 4.3 Diagrama de casos de uso Establecer horario (Fuente: Propia, 2019).

La Tabla 4.2 detalla las características y el flujo para el caso de uso Registrar horario que contiene a Validar horario. Éste caso de uso tiene como objetivo identificar empalmes por grupo y empalmes por profesor, que están definidos

con sus propios casos de uso. Por tanto, las Tablas 4.3, 4.4 y 4.5 muestran el contenido y actividades de dichos casos de uso respectivamente.

Tabla 4.2 Caso de uso Registrar Horario (Fuente: Propia, 2019).

<b>Nombre: Registrar Horario</b>
Actor: Subdirector.
Descripción: Registra los horarios de las preofertas dadas de alta.
Disparador: Seleccionar el botón de agregar horario.
Precondiciones: 1.- El subdirector debe haber iniciado sesión en el sistema. 2.- La preoferta debe estar dada de alta en el sistema. 3.-La materia tiene que estar registrada previamente en la preoferta.
Post condiciones: 1.- El horario queda registrado para alguna materia. 2.- El sistema manda un mensaje de notificando que se realizó correctamente el registro.
Flujo normal: 1.- El subdirector solicita dar de alta un horario. 2.- El sistema muestra los datos a ser ingresados (S1). <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Agregar a la carrera (*).</li> <li>b. Agregar a grupo (*).</li> <li>c. Agregar a materia (*).</li> <li>d. Agregar a profesor (*).</li> <li>e. Agregar a día (*).</li> <li>f. Agregar la hora de entrada y salida (*).</li> </ul> 3.- El sistema obtiene información de los campos (E1) (S2). 4.- El sistema llama al caso de uso Validar horario. 5.- El sistema llama al caso de uso Verificar empalme por grupo. 6.- El sistema llama al caso de uso Verificar empalme por profesor. 7.- Si todas las validaciones son verdaderas se registra el horario en la base de datos. (E2).



<p>Flujos alternativo:</p> <p>S1.- El subdirector abandona la carga de datos sin terminar antes del paso 3.</p> <p>S2.- El subdirector abandona la sesión iniciada.</p>
<p>Excepciones:</p> <p>E1.- No se cargaron todos los datos requeridos.</p> <p>E2.- Existe un empalme y se envía un mensaje indicando que lo hay.</p>
<p>Prioridad: Alta</p>
<p>Frecuencia de uso: Alta</p>
<p>Reglas: Todas las validaciones deben ser verdaderas para que se registre el horario. Si existe un error, no se ingresa a la base de datos.</p>

Tabla 4.3 Caso de uso Validar Horario (Fuente: Propia, 2019).

<p><b>Nombre: Validar Horario</b></p>
<p>Actor: Registrar horario.</p>
<p>Descripción: Valida el horario correspondiente a una materia para un día, hora de entrada y hora salida específicos, de acuerdo al horario laboral del centro universitario.</p>
<p>Disparador: llamada de la función.</p>
<p>Precondiciones:</p> <p>1.- El subdirector ingresa la información solicitada en el formulario.</p> <p>2.- El subdirector debe completar los campos requeridos.</p>
<p>Post condiciones:</p> <p>1.-El horario está de acuerdo a lo establecido por el horario laboral en el Centro Universitario.</p>
<p>Flujo normal:</p> <p>1.- Se valida la hora de entrada que esta de las 7:00 am y las 19:00pm.</p> <p>2.- Se valida la hora de salida que esta de las 8:00 am y las 21:00pm.</p> <p>3.- Se valida que la hora de entrada sea menor a la hora de salida.</p>

<p>4.- Si estas validaciones se cumple se realiza una consulta a la tabla materia seleccionando las horas totales de la materia. (E1)</p> <p>5.- Se hace una suma de las horas almacenadas en la BD de las horas registradas.</p> <p>6.- Se hace una validación donde el número de horas de la materia es mayor o igual con el número de horas registradas en la BD, si faltan horas por cumplir se realiza el registro, si es lo contrario, significa que se excedió de horas. (E1)</p> <p>7.- Se responde como verdadero si todas las validaciones anteriores fueron verdaderas. (E1)</p>
<p>Flujos alternativo:</p> <p>S1.- El subdirector abandona la carga de datos.</p>
<p>Excepciones:</p> <p>(E1). Se envía respuesta ya que alguna de las validaciones no cumplió con lo establecido en el horario laboral del centro universitario.</p>
<p>Prioridad: Alta</p>
<p>Frecuencia de uso: Alta</p>
<p>Reglas: El subdirector debe tener un usuario y una contraseña para ingresar al sistema.</p>

Tabla 4.4 Caso de uso Verificar empalme por grupo (Fuente: Propia, 2019).

<p><b>Nombre: Verificar empalme por grupo</b></p>
<p>Actor: Caso de uso registrar horario</p>
<p>Descripción: Validar el registro por grupo si existe un empalme.</p>
<p>Disparador: llamada a la función.</p>
<p>Precondiciones:</p> <p>1.- El caso de uso Validar horario debe ser verdadero.</p>

<p>Post condiciones:</p> <p>1.- El horario establecido no tiene empalmes por grupo.</p>
<p>Flujo normal:</p> <p>1.- Se hace una consulta a la tabla horario donde selecciona el día y el grupo para verificar si existe un registro.</p> <p>2.- Se valida si existe el registro en la tabla horario.</p> <p>3.- Se valida la hora de entrada si es diferente con la hora de entrada almacenada en la base de datos.</p> <p>4.- Se valida la hora de salida si es menor igual la hora de entrada almacenada en la BD.</p> <p>5.- Se valida la hora de salida si es mayor igual la hora de salida almacenada en la BD.</p> <p>6.- Si las validaciones son correctas se responde como verdadero. (E1).</p>
<p>Flujos alternativo:</p> <p>1.- El subdirector no le da clic al botón de añadir el horario no se registra.</p> <p>2.- El Subdirector cierra sesión.</p>
<p>Excepciones:</p> <p>(E1). Si los datos ingresados son repetidos se mandara un mensaje de error de que existe empalme.</p>
<p>Prioridad: Alta</p>
<p>Frecuencia de uso: Alta</p>
<p>Reglas: El subdirector debe tener un usuario y una contraseña para ingresar en el sistema.</p>

Tabla 4.5 Caso de uso Verificar empalme por Profesor (Fuente: Propia, 2019).

<p><b>Nombre: Verificar empalme por Profesor</b></p>
<p>Actor: Caso de uso registrar horario</p>

Descripción: Validar el registro por profesor si existe un empalme.
Disparador: llamada a la función.
Precondiciones: 1.- El caso de uso Validar horario debe ser verdadero.
Post condiciones: 1.- El horario establecido no tiene empalmes por profesor.
Flujo normal: 1.- Se hace una consulta a la tabla horario donde selecciona al profesor para verificar si existe un registro. 2.- Se valida si existe el registro en la tabla horario. 3.- Se valida la hora de entrada si es diferente con la hora de entrada almacenada en la base de datos. 4.- Se valida la hora de salida si es menor igual la hora de entrada almacenada en la BD. 5.- Se valida la hora de salida si es mayor igual la hora de salida almacenada en la BD. 6.- Si las validaciones son correctas se responde como verdadero. (E1).
Flujos alternativo: 1.- El subdirector no le da clic al botón de añadir el horario no se registra. 2.- El Subdirector cierra sesión.
Excepciones:  (E1). Si los datos ingresados son repetidos se mandara un mensaje de error de que existe empalme.
Prioridad: Alta
Frecuencia de uso: Alta
Reglas: El subdirector debe tener un usuario y una contraseña para ingresar en el sistema.

## 4.2 Diagrama de clases

En este apartado se describe la estructura del sistema propuesto, a través del diagrama de clases, mostrando de forma detallada, las clases más importantes como son preoferta y horario. Las clases de gestión de datos y reporte general son de sencillo entendimiento ya que corresponden a la manipulación de la base de datos al insertar, actualizar o eliminar un registro, por tal razón omitimos colocarlas de forma detallada en este documento. Finalmente, se muestran las relaciones que existen entre las clases, en la Figura 4.4 que corresponde al diagrama de clases del sistema propuesto.

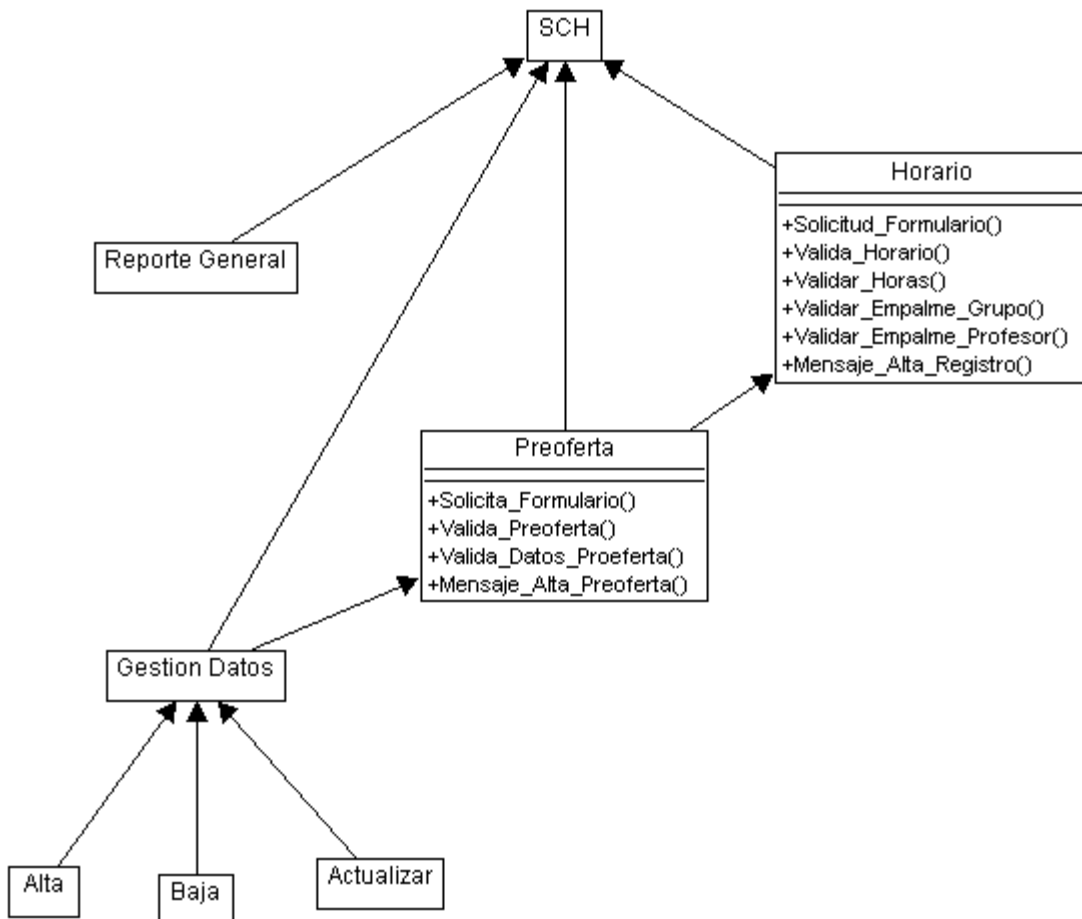


Figura 4.4 Diagrama de clases del sistema propuesto. (Fuente: Propia, 2019).

### 4.3 Diagramas de secuencia

Los diagramas de secuencia permiten conocer de manera exacta como el usuario interactúa con el sistema [12]. Así mismo, se muestran las relaciones que hay entre las clases y sus métodos que fueron descritos en la sección anterior. En las Figuras 4.5 y 4.6 se describen los diagramas de secuencia de los casos de uso Registrar Preferta y Establecer Horario.

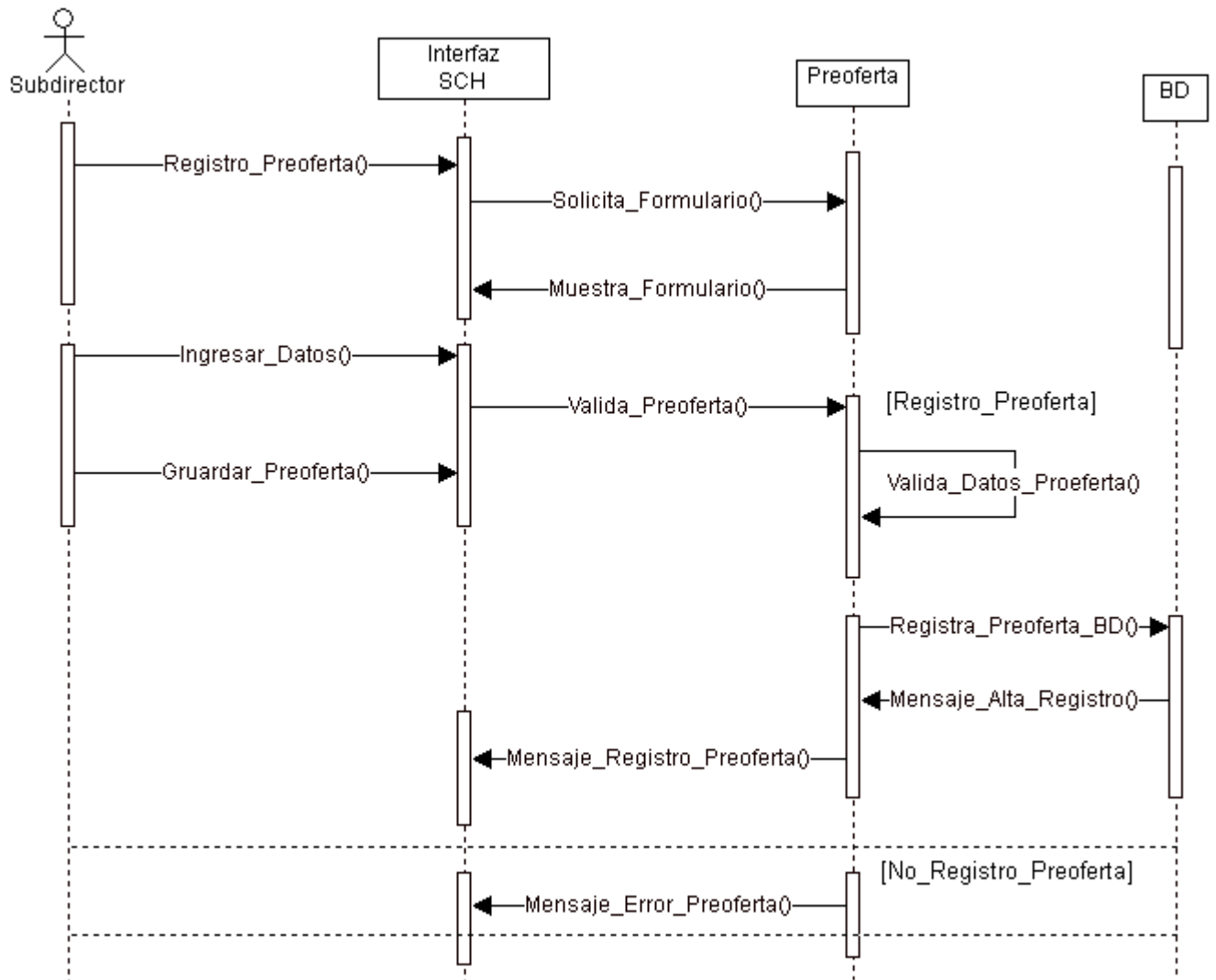


Figura 4.5. Diagrama de secuencia del registro de preferta. (Fuente: Propia, 2019).

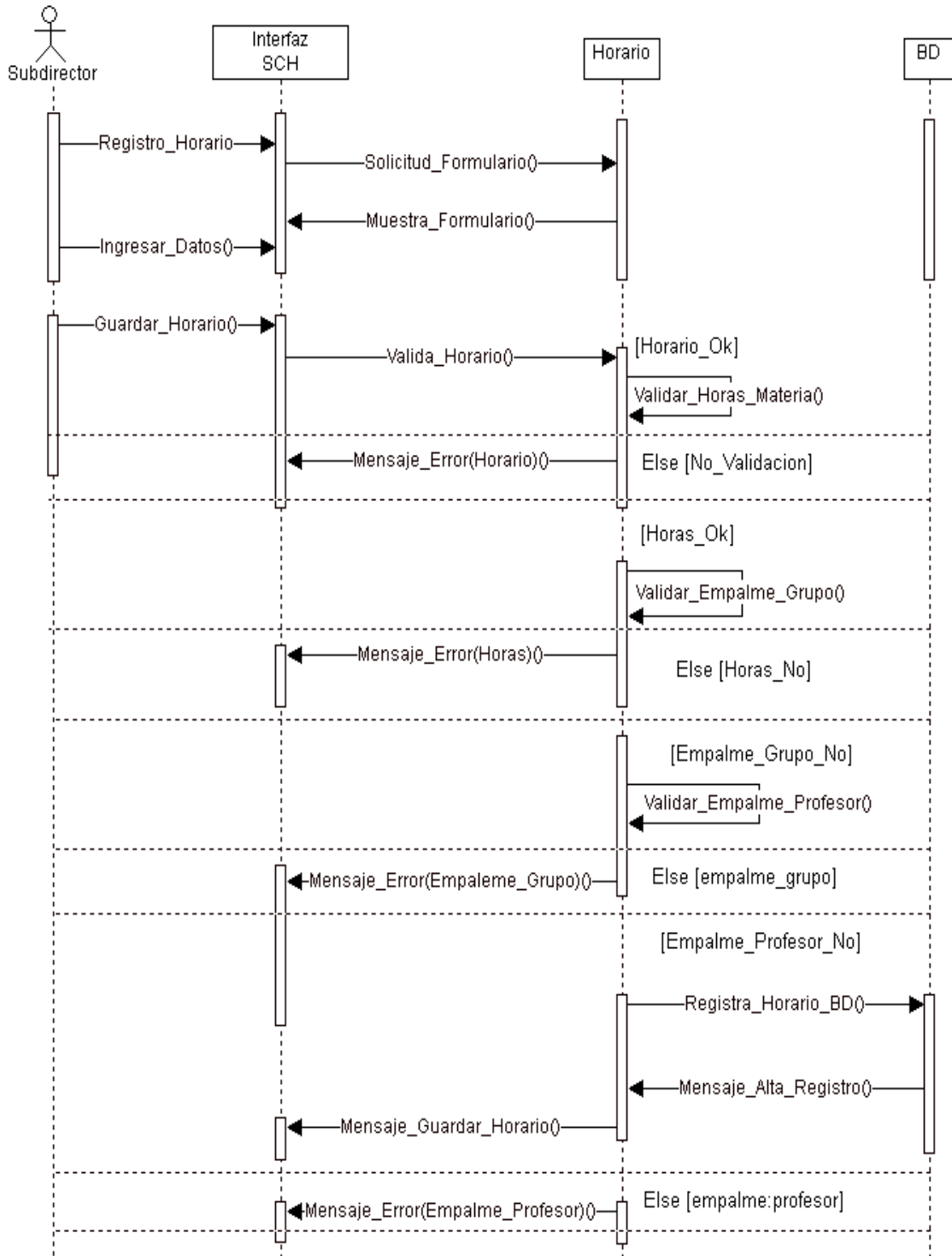


Figura 4.6. Diagrama de secuencia del registro de horario. (Fuente: Propia, 2019).

## CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE SCH

En este capítulo se presenta la interfaz del sistema, proporcionando un ejemplo sin errores, es decir, considerando que el actor ingresa toda la información como lo establece el proceso para la generación de la preoferta y la asignación del horario. Como paso inicial, se presenta el diagrama de bloques que muestra la ruta para cada una de las opciones contenidas en la interfaz del sistema propuesto en la Figura 5.1.

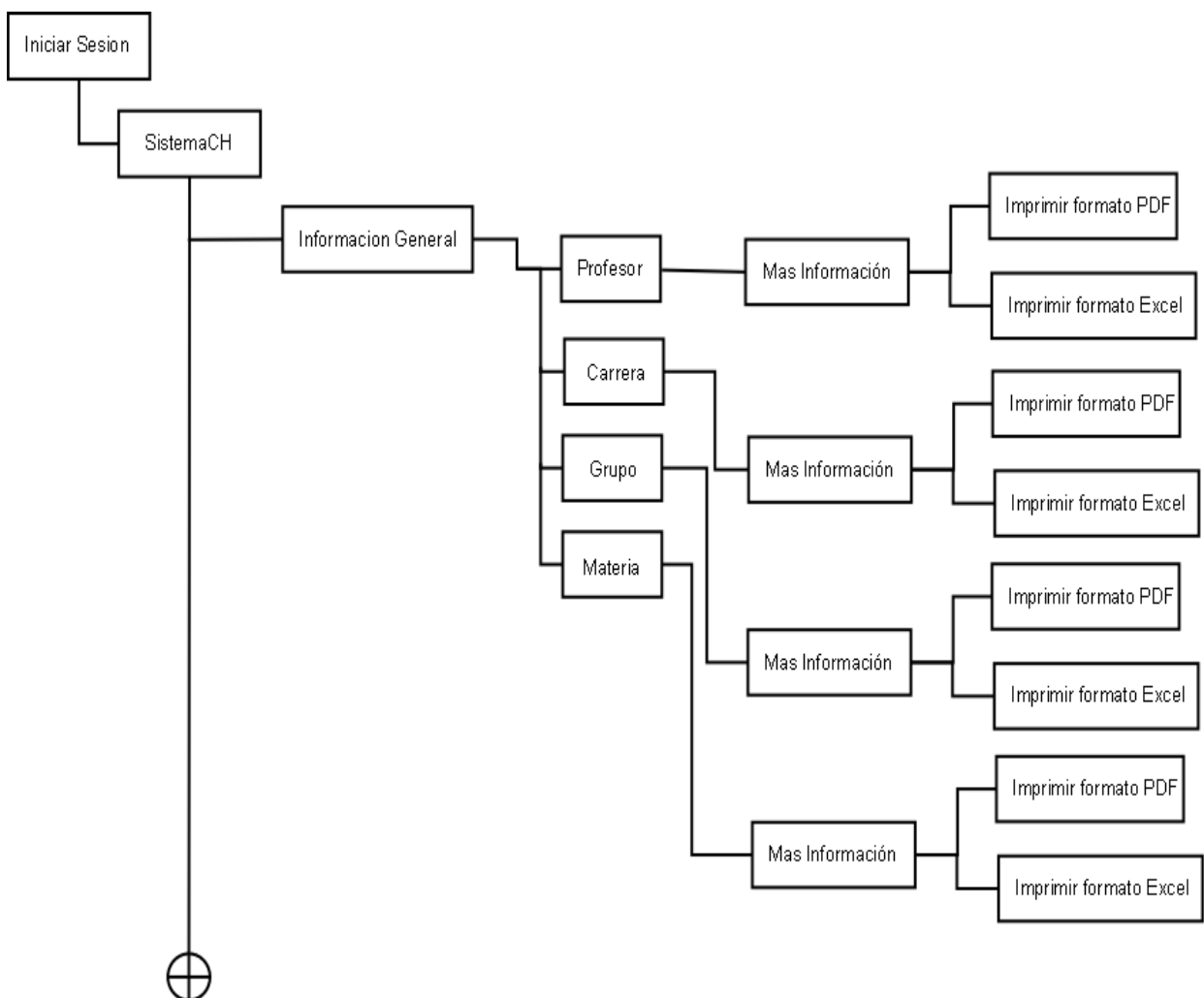


Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 1). (Fuente Propia, 2019).



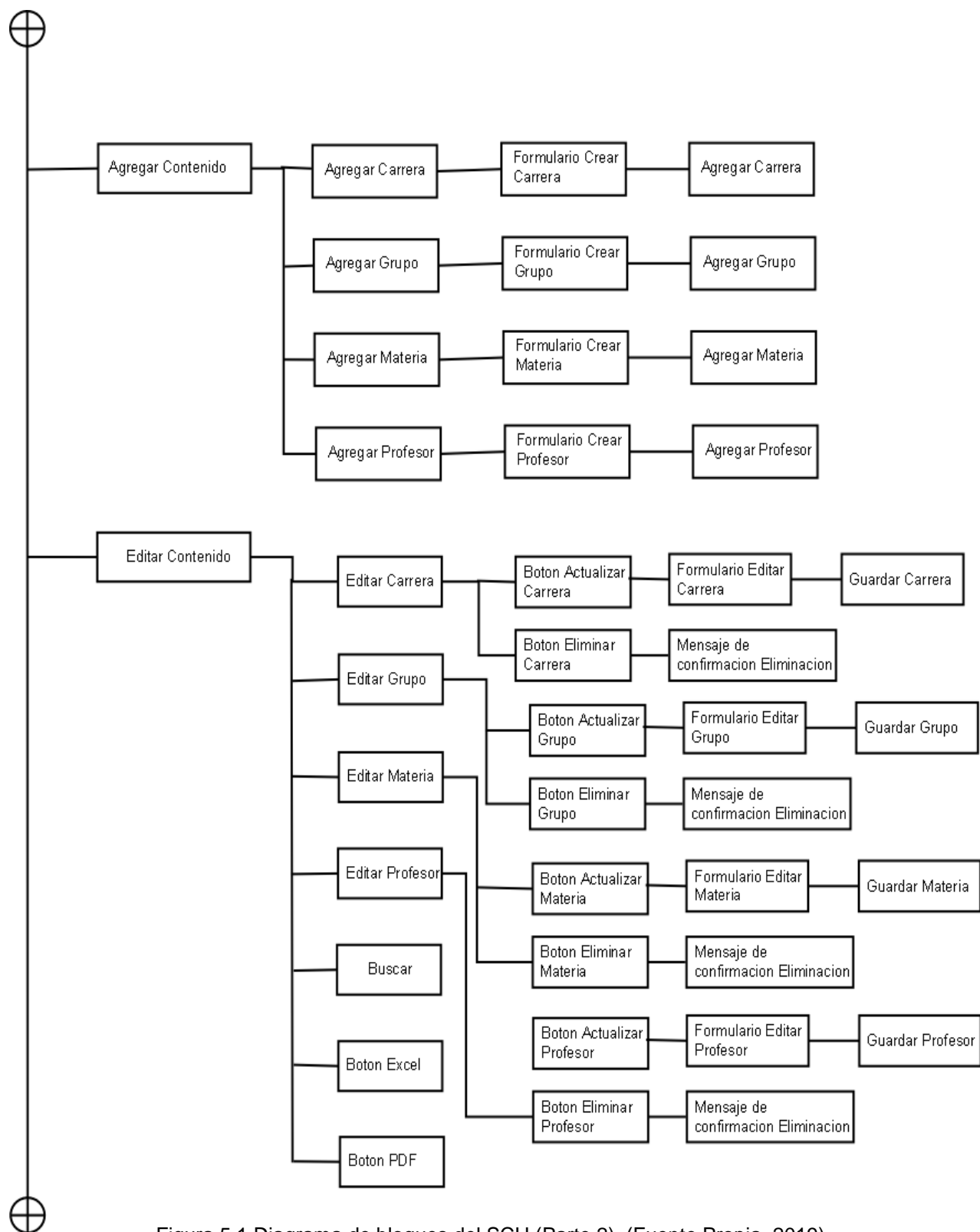


Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 2). (Fuente Propia, 2019).

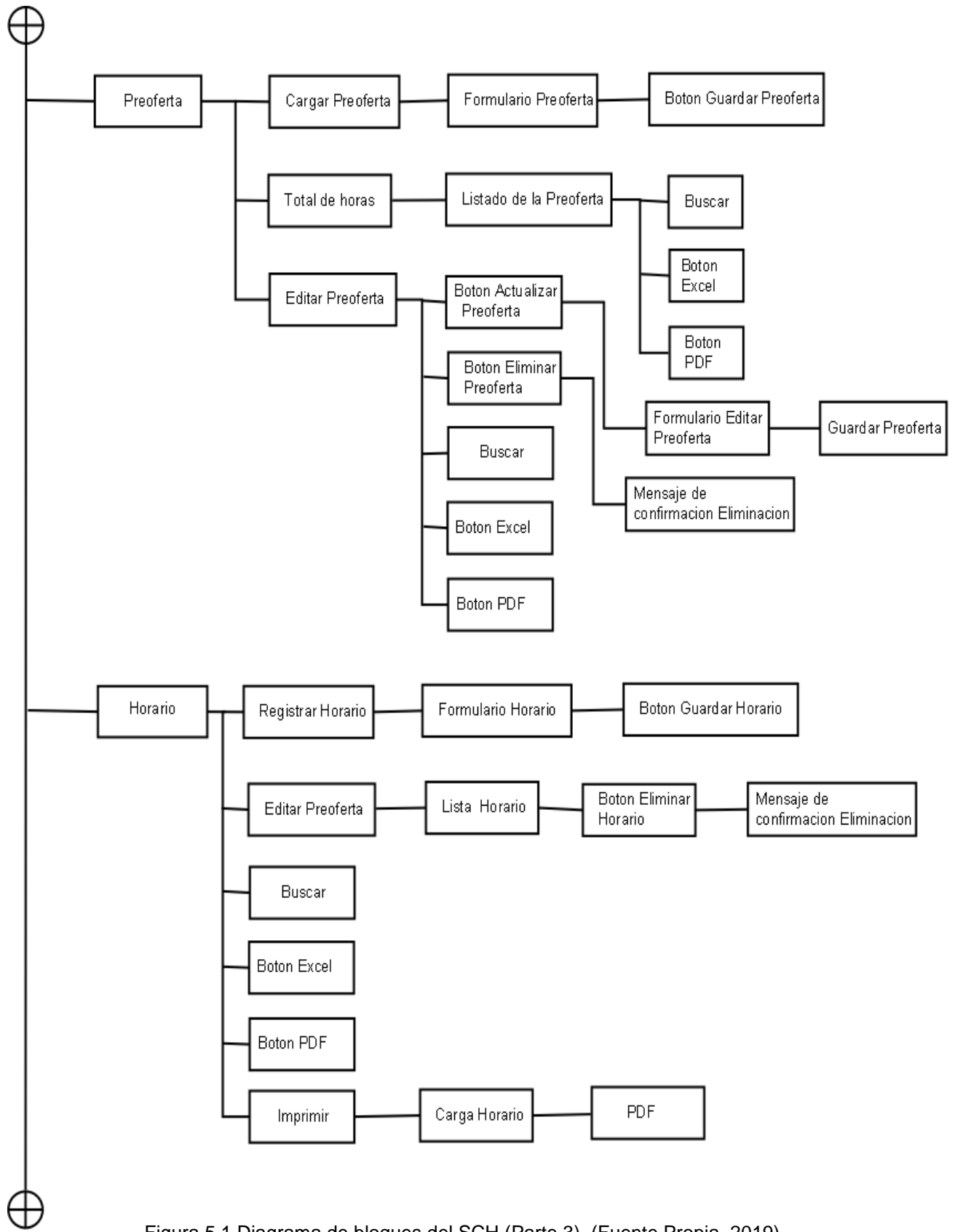


Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 3). (Fuente Propia, 2019).

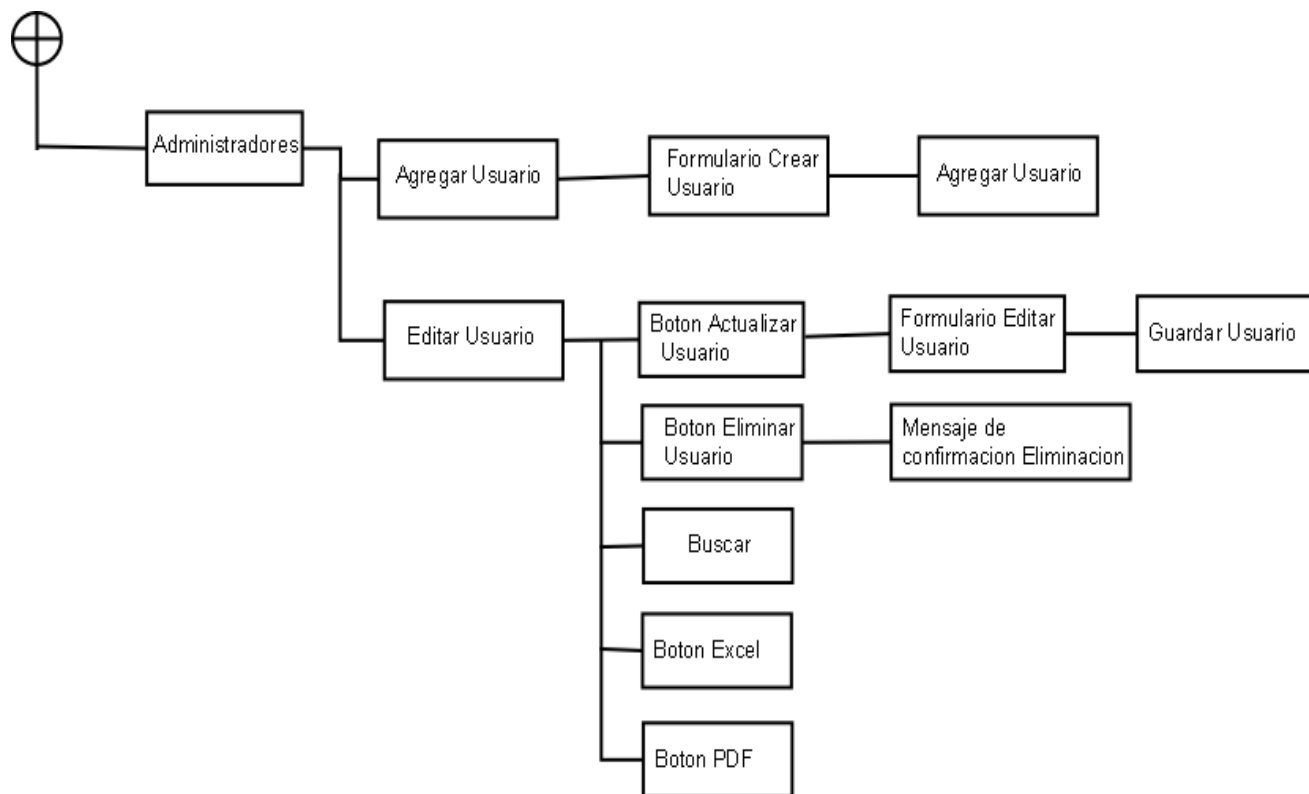


Figura 5.1 Diagrama de bloques del SCH (Parte 4). (Fuente Propia, 2019).

Como puede observarse, el sistema se compone de seis tareas principales y a partir de ellas se desprenden las diferentes opciones que permitirán al usuario interactuar con el sistema de manera sencilla.

La implementación del SCH se realizó en una laptop con procesador Intel(R) Pentium(R) CPU 2020M 2.40GHz, Memoria RAM 4.00 GB, 500 GB en disco duro y sistema operativo Windows 8.1 de 64 bits. Respecto al software se utilizó lo siguiente:

- Mysql versión 5.0.12 como el gestor de base de datos.
- UMLStudio versión 7.1 para el diseño de diagramas UML.
- Lenguaje de programación PHP versión 7.2.8.
- Plantilla AdminLTE versión 2.4.2 con uso de los siguientes complementos:
  - Bootstrap
  - Html5

- Data tables
- jQuery
- Slim Scroll

Esta plantilla ayudo al diseño de las interfaces de cada uno de los módulos propuestos en el SCH.

## 5.1 Caso de prueba

En este apartado se presenta un caso de prueba que inicia con el alta de una preoferta según la Tabla 5.1 y los horarios para las materias de Administración en redes y Sistemas expertos que se indica en la Tabla 5.2. Para salvaguardar la privacidad de los profesores se han colocado nombres inventados.

Tabla 5.1 Preoferta propuesta (Fuente: Propia, 2019).

	Periodo	Año	Carrera	Grupo	Unidad De Aprendizaje	Profesor
1	A	2019	Ingeniería Computación	O4	Administración En Redes	María del Pilar Paz
2	A	2019	Ingeniería Computación	O2	Sistemas Expertos	Marcos Alonso Montero

Tabla 5.2 Horarios para las materias Administración en redes y Sistemas expertos (Fuente: Propia, 2019).

	Carrera	Unidad De Aprendizaje	Profesor	Horario
1	ICO	Administración En Redes	María del Pilar Paz	Lunes 10:00-13:00 hrs.
2	ICO	Sistemas Expertos	Marcos Alonso Montero	Jueves 14:00-16:00 hrs.

Una vez iniciada la sesión, el usuario ingresa a la interfaz principal que tiene el nombre de Sistema de Control de Horarios, donde visualiza el menú con los íconos y su descripción correspondiente que se encuentra en una barra de lado izquierdo de la ventana, como se muestra en la Figura 5.2.



Figura 5.2 Página principal del SCH (Fuente Propia, 2019).

Para generar el alta de la preoferta, el usuario debe seleccionar el módulo de preoferta, se le despliega un nuevo menú donde se le muestran las opciones de total de horas, cargar y editar preoferta. Al dar clic sobre la opción de cargar preoferta, se visualiza formulario que pide la siguiente información: periodo, año, carrera, grupo, unidad de aprendizaje y profesor. Para ilustrar mejor, la Figura 5.3, muestra las opciones del módulo de la preoferta y en la Figura 5.4 se visualiza el formulario para dar de alta la preoferta.

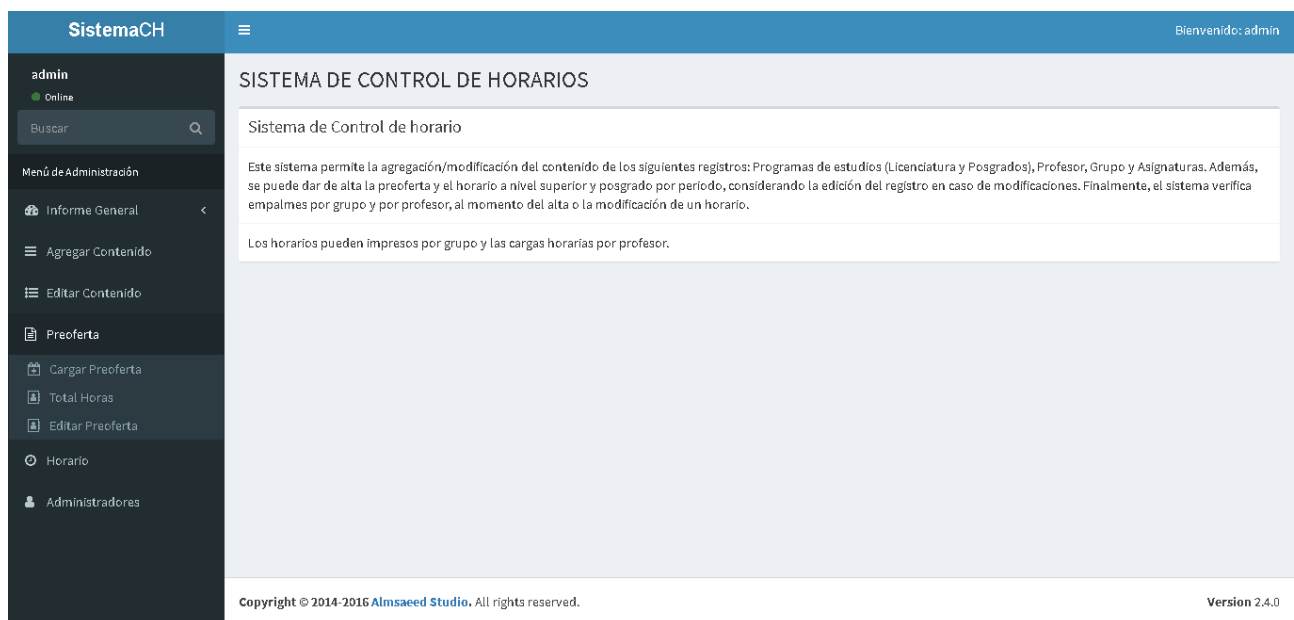


Figura 5.3 Opciones del módulo de la preoferta (Fuente Propia, 2019).

The screenshot shows the 'Carga Preoferta' form in the SistemaCH application. The form is titled 'Carga Preoferta' and has a subtitle 'Llenar El Formulario Para La Carga De La Preoferta'. The form contains several dropdown menus for selection: Período, Año, Carrera, Grupo, Unidad Aprendizaje, and Profesor. A blue 'Añadir' button is located at the bottom left of the form area.

Figura 5.4 Formulario para dar de alta Preoferta (Fuente Propia, 2019).

Se deben capturar los datos que se solicitan en el formulario, tomando en consideración los registros de la tabla 5.1. Así mismo, el usuario tiene que corroborar que la información sea correcta y elegir en la opción de guardar preoferta para salvar los datos capturados, se muestra un mensaje que la preoferta se guardó correctamente. Para ilustrar mejor, las Figuras 5.5 y 5.6 muestran un mensaje que la preoferta se guardó correctamente.

The screenshot shows the 'Carga Preoferta' form in the SistemaCH application. The form is titled 'Carga Preoferta' and has a subtitle 'Llenar El Formulario Para La Carga De La Preoferta'. The form contains several dropdown menus for selection: Período, Año, Carrera, Grupo, Unidad Aprendizaje, and Profesor. A blue 'Añadir' button is located at the bottom left of the form area. A white modal box with a green checkmark and the text 'Correcto Se Guardo Correctamente' is centered over the form, with an 'OK' button below it.

Figura 5.5 Registro de la preoferta número 1. (Fuente Propia, 2019).

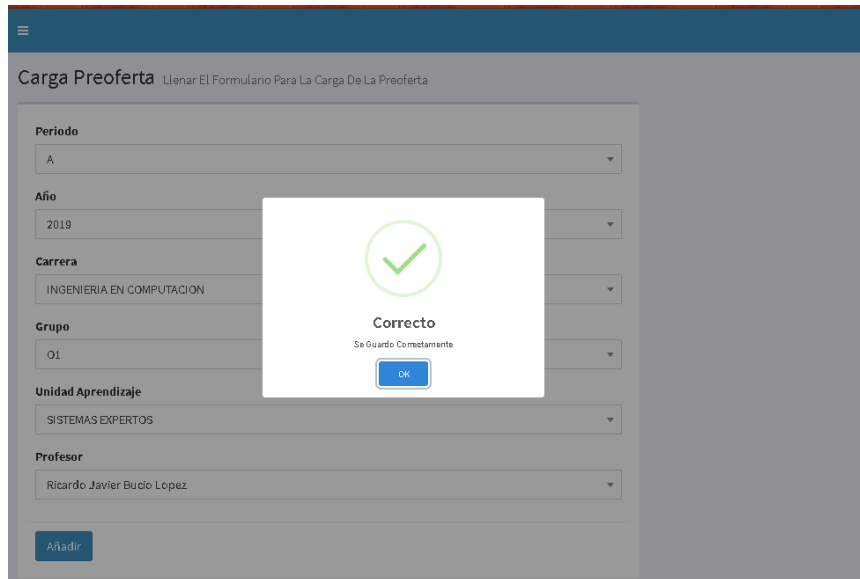


Figura 5.6 Registro de la preoferta número 2. (Fuente Propia, 2019).

Después que se haya generado el alta de las preofertas, el usuario tiene que establecer los horarios correspondientes de las materias que se dieron de alta en la preoferta. Para crear los horarios se debe seleccionar el módulo de horario, se le despliega un nuevo menú donde se le muestran las opciones de registrar y eliminar horario. Al elegir la opción de registra horario, se visualiza el formulario que pide la siguiente información: carrera, grupo, unidad de aprendizaje, profesor, día, hora de entrada y hora de salida. Para ilustrar mejor, la Figura 5.7 muestra las opciones del módulo horario y en la Figura 5.8 se visualiza el formulario para generarlo.

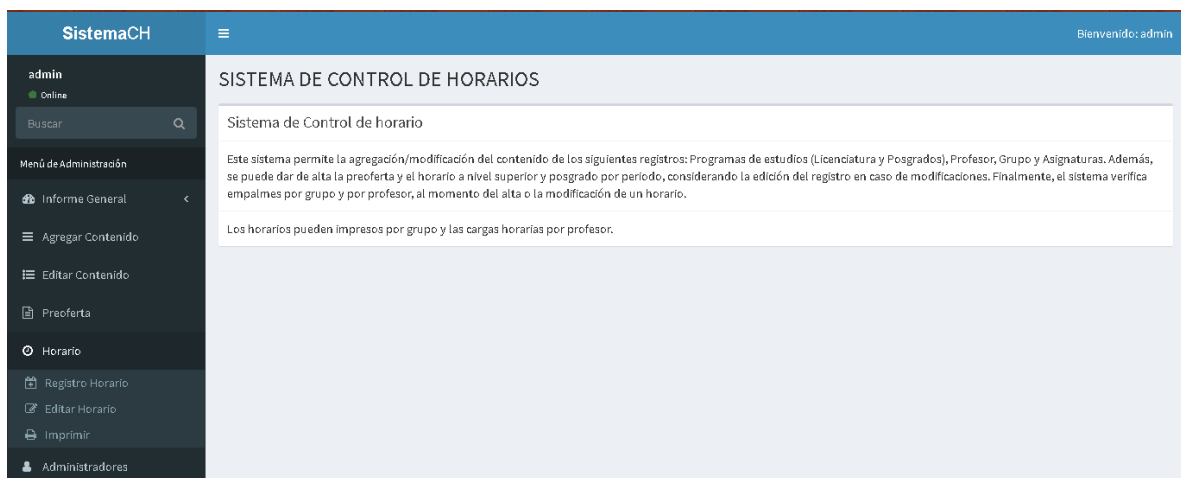


Figura 5.7 Opciones del módulo horario. (Fuente Propia, 2019).

The screenshot shows the 'Carga Horario' (Load Schedule) form in the SistemaCH application. The form is titled 'Carga Horario' and has a subtitle 'Llenar El Formulario Para La Carga Del Horario'. It contains several fields:
 

- Carrera:** A dropdown menu with the text 'Seleccione Carrera'.
- Grupo:** A dropdown menu with the text 'Seleccione Grupo'.
- Unidad Aprendizaje:** A dropdown menu with the text 'Seleccione Materia'.
- Profesor:** A dropdown menu with the text 'Seleccione Profesor'.
- Dia:** A dropdown menu with the text 'Selecciona Dia'.
- Hora Entrada:** An input field containing '11:45 AM' and a clear button.
- Hora Salida:** An input field containing '11:45 AM' and a clear button.

 At the bottom of the form is a blue button labeled 'Añadir'. The left sidebar shows the user 'admin' is online and provides navigation options like 'Informe General', 'Agregar Contenido', 'Editar Contenido', 'Preoferta', 'Horario', and 'Administradores'. The top right corner says 'Bienvenido: admin'.

Figura 5.8 Formulario para generar el horario. (Fuente Propia, 2019).

Se deben capturar los datos que se solicitan en el formulario horario, tomando en consideración las materias de Administración en redes y Sistemas expertos que se dieron de alta en la preoferta. Así mismo, el usuario tiene que corroborar que la información sea correcta y elegir en la opción de guardar horario para salvar los datos capturados, se mostrará un mensaje que el horario se guardó correctamente. Para ilustrar mejor, las Figuras 5.9 y 5.10 muestran la generación de los horarios y por medio de un mensaje confirma que el horario se guardó correctamente.

The screenshot shows the 'Carga Horario' form after the data has been entered. The fields are filled with:
 

- Carrera:** INGENIERIA EN COMPUTACION
- Grupo:** O4
- Unidad Aprendizaje:** ADMINISTRACION DE REDES
- Profesor:** Maria de Lourdes Lopez Garcia

 A blue button labeled 'Guardar Horario' is at the bottom. A white confirmation dialog box is centered on the screen, featuring a green checkmark icon and the text:
 

- Correcto**
- Se Guardo Correctamente Horario
- An 'OK' button.

Figura 5.9 Registro horario de la materia Administración en redes. (Fuente Propia, 2019).



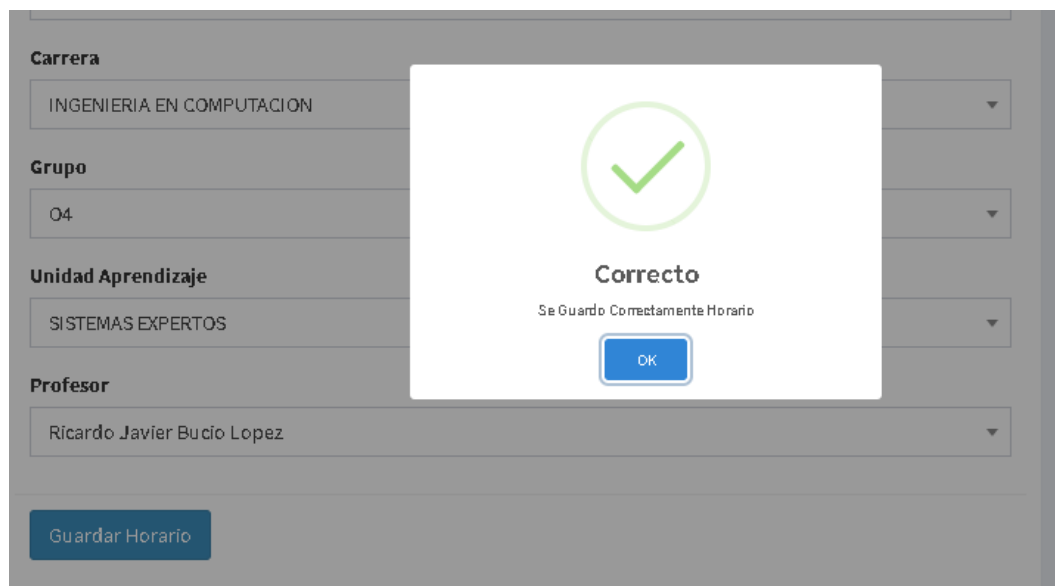


Figura 5.10 Registro horario de la materia Sistemas expertos. (Fuente Propia, 2019).

## 5.2 Comprobación de funcionalidad

El siguiente punto trata de las validaciones que se establecen para dar de alta un horario, cada una de estas validaciones son importantes a la hora de generar un nuevo horario, a continuación se describen cada una de ellas.

### 5.2.1. Exceso de horas

Cuando el usuario genera un nuevo horario, se hace la validación de la jornada laboral. En el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco se trabajan dos turnos que son matutino de 7:00 a 13:00 y vespertino de 14:00 a 21:00, conociendo esta información se hace la validación de las horas ingresadas en el formulario, si el usuario ingresa una hora de entrada y de salida fuera de las horas laborales se marcara como error y se enviara un mensaje a la interfaz mencionando que las horas ingresadas están fuera de la jornada laboral. Para ilustrar mejor, la Figura 5.11 muestra un mensaje que indica que las horas ingresadas no pertenecen a la jornada laboral.

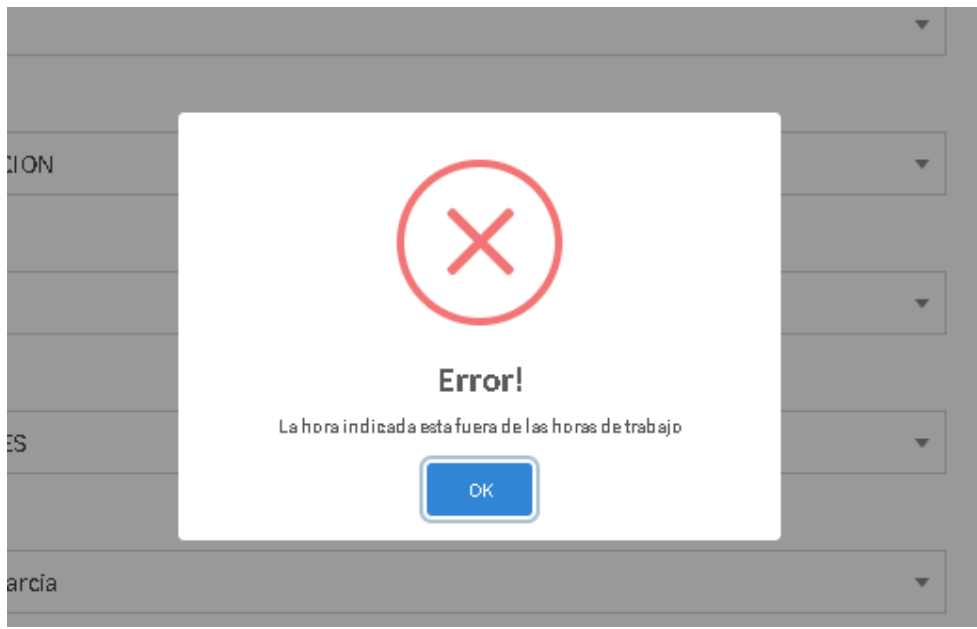


Figura 5.11 Mensaje de error de las horas ingresadas. (Fuente Propia, 2019).

### 5.2.2. Empalme por grupo

Cuando el usuario genera un nuevo horario, se hace la validación empalme por grupo. Esta validación se encarga de verificar el día y el grupo de la materia que se ingrese en el formulario, también se tomara en cuenta la hora de entrada y de salida que se están ingresando en el formulario para dicha materia. Para que la validación funcione, se hace una consulta en la BD verificando si existe un registro almacenado de la misma materia, si existe dicho registro se hace la validación con los datos del formulario en caso de que coincidan los datos se marcara como error y se mandara un mensaje de error que existe empalme por grupo a la interfaz. Para ilustrar mejor, la Figura 5.12 muestra un mensaje que indica la información ingresada no se puede guardar porque existe un empalme por grupo.

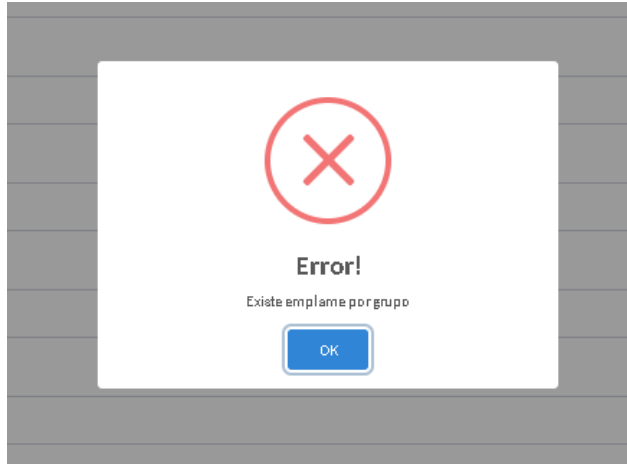


Figura 5.12 Mensaje de error que existe un empalme por grupo. (Fuente Propia, 2019).

### 5.2.3. Empalme por profesor

Cuando el usuario genera un nuevo horario, se hace la validación del empalme por profesor. Esta validación se encarga de verificar al profesor y el día de la materia que se ingrese en el formulario, también se tomara en cuenta la hora de entrada y de salida que se están ingresando en el formulario para validar las horas del profesor.

Para que la validación funcione, se hace una consulta en la BD verificando si existe un registro almacenado del profesor, si existe dicho registro se hace la validación con los datos del formulario en caso de que coincidan los datos se marcará como error y se mandará un mensaje de error que existe empalme por profesor a la interfaz. Con la finalidad de ilustrar mejor, en la Figura 5.13 muestra un mensaje que indica que la información ingresada no se puede guardar porque existe un empalme por profesor.

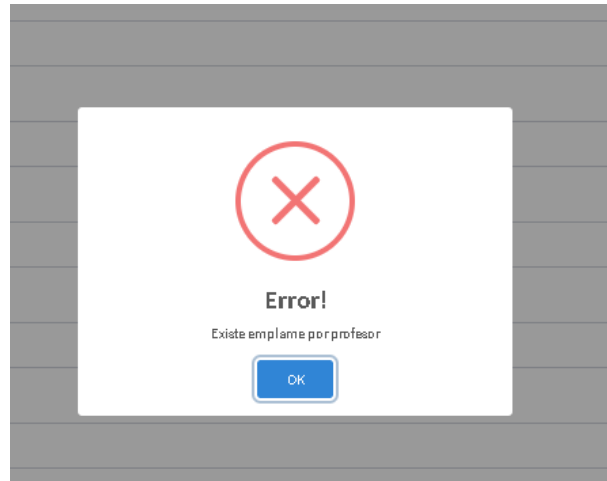


Figura 5.13 Mensaje de error que existe un emplame por profesor. (Fuente Propia, 2019).

#### 5.2.4. Total de horas

Es importante tener en cuenta las horas totales asignadas a un profesor. Esto ayuda a hacer un análisis de cada uno de los profesores que pertenecen al Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Para ilustrar mejor, la Figura 5.14 muestra un ejemplo de la carga horaria de un profesor, en el cual se describen las horas totales.

Total De Horas

Total de horas por profesor

Excel PDF

Buscar marcos

Nombre Profesor	Apellido Paterno	Apellido Materno	Categoría	Materia	Carrera	Total horas
Marcos	Alonso	Montero	PA	LOGICA	ICO	3
Marcos	Alonso	Montero	PA	SISTEMAS EXPERTOS	ICO	3
Marcos	Alonso	Montero	PA	SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS	ICO	4
Marcos	Alonso	Montero	PA	INSTALACIONES Y SEGURIDAD INFORMATICA	LIA	6
<b>Total:</b>						<b>16</b>

Mostrando 1 a 4 de 4 resultados (filtrado de un total de 6 registros)

Anterior 1 Siguiente

Figura 5.14 Información general de las horas de un profesor. (Fuente Propia, 2019).

## 5.3 Funciones Adicionales

En esta sección se presentan las opciones adicionales que tiene el sistema como el registro y los reportes.

### 5.3.1. Registro

El SCH cuenta con funciones adicionales, dado el caso que el usuario puede requerir en un futuro, es decir, como el alta de una nueva carrera, materia, grupo y un profesor. También generar el alta de un nuevo administrador para que realice tareas específicas. Para ilustrar mejor, la Figura 5.15 muestra las opciones adicionales que puede utilizar el usuario.

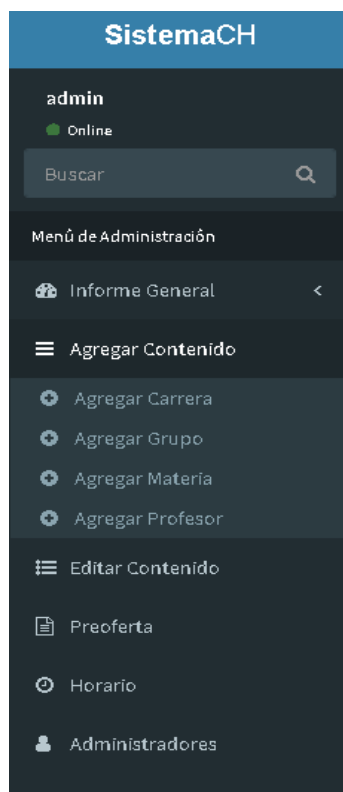


Figura 5.15 Opciones adicionales que tiene el sistema SCH. (Fuente Propia, 2019).

### 5.3.2. Impresión de reporte

El SCH tiene la función de descargar reportes que el usuario puede utilizar para dar informes generales de la preoferta, también se pueden tener reportes de la carrera, materia, grupo y profesor que están dados de alta en el sistema. Así mismo, puede generar el reporte por profesor de las horas asignadas. Para ilustrar mejor, la Figura 5.16 muestra un ejemplo de un reporte en formato Excel de las horas de un profesor.

Nombre Profesor	Apellido Paterno	Apellido Materno	Categoría	Materia	Carrera	Total horas
Marcos	Alonso	Montero	PA	LOGICA	ICO	3
Marcos	Alonso	Montero	PA	SISTEMAS EXPERTOS	ICO	3
Marcos	Alonso	Montero	PA	SISTEMAS GESTORES DE BASES DE DATOS	ICO	4
Marcos	Alonso	Montero	PA	INSTALACIONES Y SEGURIDAD INFORMATICA	LIA	6
					<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

Figura 5.16 Reporte de las horas totales de un profesor. (Fuente Propia, 2019).

## **CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y ALCANCES A FUTURO**

En el presente trabajo se desarrolló un sistema de control de horarios (SCH), que permite a los coordinadores de las diferentes licenciaturas y posgrados del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco verificar empalmes por grupo y por profesor.

Esta propuesta se derivó de la problemática respecto a la asignación de horarios para cada licenciatura y posgrado ofertado en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, que al realizar una revisión manual de forma general de todos los horarios se identificaban muchos empalmes debido a que los profesores tienen la libertad de impartir clases en varios planes educativos.

Por lo anterior, se diseñó e implementó un sistema de control de horarios (SCH), que permite a los coordinadores de las diferentes licenciaturas y posgrados del Centro Universitario identificar empalmes por grupo y por profesor de manera automática.

Para desarrollar el sistema, se analizó el proceso que realiza el coordinador para generar los horarios de su respectiva licenciatura o posgrado. Después de recabar la información y analizarla, se diseñó la base de datos y la aplicación Web.

El sistema propuesto fue comprobado con ejemplos de horarios reales generados por los coordinadores logrando identificar el 100% de los empalmes. Las pruebas consistieron en verificación de:

1. Horarios de entrada de clase entre las 7:00 am a las 20:00 horas
2. Horarios de salida de clase entre las 8:00 am a las 21:00 horas
3. Empalme por grupo, es decir, que todas las materias del grupo tengan su propio tiempo de entrada y salida.

4. Empalme por profesor, es decir, que todos los horarios de las clases asignadas al profesor de cualquier licenciatura o posgrado no tengan empalme.

Con esto el sistema desarrollado aumentará la eficiencia en la generación, revisión y autorización de los horarios ofertados en el centro universitario.

## **6.1 Alcances a futuro**

Los puntos de mejora que pueden considerar como alcances a futuro son los siguientes:

- Realizar un módulo que permita la captura desde archivos de texto, para el alta de la preoferta.
- Imprimir reportes individuales como la carga horaria por licenciatura o posgrado.
- Aumentar el número de usuarios para trabajar de manera distribuida el horario.



## REFERENCIAS

- [1] Reglamento del Personal Académico de la Universidad Autónoma del Estado de México (2019) Recuperado de: <http://web.uaemex.mx/abogado/catalogo.html>.
- [2] Empresa Peñalara (2018). Descripción sobre Software de horarios. Consultado el 20 de septiembre del 2018, de <https://www.penalara.com/es/ES/quees/>.
- [3] Untis Gruper & Petters (2018). Untis, Manual de Usuario. Consultado el 20 de septiembre del 2018, de <https://www.penalara.com/es/ES/quees/>.
- [4] Empresa Peñalara (2018). Información sobre Tipos de suscripción y Precios. Consultado el 20 de septiembre del 2018, de <https://www.penalara.com/es/MX/versiones-precios>.
- [5] FET Free Timetabling Software (2018). Características del Software. Consultado el 27 de septiembre del 2018, de <https://lalescu.ro/liviu/fet/>.
- [6] FET Free Timetabling Software (2018). Interfaz de software. Consultado el 27 de septiembre del 2018, de <https://lalescu.ro/liviu/fet/screenshots/english-1/000-01-mainWindowFile.png.html>.
- [7] Untis Gruber & Petters (2018). Descripción sobre Software de horarios. Consultado el 04 de octubre del 2018, de <https://www.untis.at/HTML/produkteUntis.php?p=untis>.
- [8] Connolly, T. M.; Begg, C.E (2005). Sistemas de bases de datos. Madrid: Pearson Educación S.A.
- [9] López, I.; Castellano J. (2013). Bases de datos. México: Alfaomega Grupo Editor. S.A.
- [10] Sharma, L.; Chong. R.; Iyer. A.; Nadan. C.; Mitea. A.; Nonvinkere. M.; Danubianu. M. (2010). Database Fundamentals. DB2 ON CAMPUS Book Series, IBM Corporation.

- [11] Fontela., C. (2011). UML Modelado de software para profesionales. Alfaomega. México.
- [12] Martin Fowler., M. (1999). UML gota a gota. México: Pearson Addison Wesley. México.

## ANEXO A. Código de la Verificación de Empalme por grupo y por profesor

```
1  $consulta = mysqli_query($conexion,"SELECT * FROM horario WHERE
Dia ='$dia' AND Grupoh='$grupo'");
2  $registros = mysqli_num_rows( $consulta);
3  $consultal = mysqli_query($conexion,"SELECT * FROM horario WHERE
profesorh ='$profe' AND Dia='$dia'");
4  $registros1 = mysqli_num_rows( $consultal);
5
6  if ($registros>0)
7  {
8      $consulta= mysqli_query($conexion,"SELECT * FROM horario WHERE
Dia = '$dia' AND Grupoh = '$grupo'");
9      WHILE($fila = mysqli_fetch_row($consulta))
10     {
11         $ban=0;
12         if ($fila[2]!=$horae_formateada)
13         {
14             if ($horae_formateada>=$fila[3])
15                 if ($horas_formateada<=$fila[2])
16                     $ban=1;
17             else
18                 if ($fila[3]<=$horae_formateada)
19                     $ban=1;
20             else
21                 break;
22         }
23     }
24     if ($horae_formateada<=$fila[3])
25         if ($horas_formateada<=$fila[2])
26             $ban=1;
27     else
28         if ($fila[3]<=$horae_formateada)
29             $ban=1;
30     else
31         break;
32     }
33     else
34         break;
35     }
36     else
37         break;
38 } // if ($registros>0)
39 else
40     $ban=1;
41
42
43 if ($ban==1)
44 {
45     if($registros1>0)
46     {
47         $consulta2= mysqli_query($conexion,"SELECT * FROM horario
```

```

WHERE Profesorh ='$profe' AND Dia='$dia');
48     WHILE ($filas = mysqli_fetch_row($consulta2))
49     {
50         $ban1=0;
51         if ($filas[2]!=$horae_formateada)
52         {
53             if ($horae_formateada>=$filas[3])
54             {
55                 if ($horas_formateada<=$filas[2])
56                 {
57                     $ban1=1;
58                 }else{
59                     if ($filas[3]<=$horae_formateada)
60                     {
61                         $ban1=1;
62                     }else{
63                         break;
64                     }
65                 }
66             }else{
67                 if ($horae_formateada<=$filas[3])
68                 {
69                     if ($horas_formateada<=$filas[2])
70                     {
71                         $ban1=1;
72                     } else{
73                         if ($filas[3]<=$horae_formateada)
74                         {
75                             $ban1=1;
76                         }else{
77                             break;
78                         }
79                     }
80                 }else{
81                     break;
82                 }
83             }
84         }else{
85             break;
86         }
87     } // fin del While
88 }else { // fin (registro1>0)
89     $ban1=1;
90 }
91 } // fin de ban ==1.
92
93 //si las banderas se conservan en 1, inserta.
94 if ($ban==1)
95 {
96     if ($ban1==1)
97     {
98         try {
99             $stmt = $conexion->prepare("INSERT INTO horario (Dia,
HoraEntrada,HoraSalida,Profesorh,Materiah,Grupoh,idpreofertah) VALUES

```

```

(?,?,?, ?, ?, ?, ?, ?)");
100     $stmt->bind_param("sssiiii", $dia,
Shorae_formateada, $shoras_formateada, $profe, $materia, $grupo, $materia);
101     $stmt->execute();
102     $id_registro = $stmt->insert_id;
103     if ($stmt->affected_rows) {
104         $respuesta = array(
105             'respuesta' => 'exito',
106             'idhorario' => $id_registro );
107     }else{
108         $respuesta = array('respuesta' => 'error');}
109     $stmt->close();
110     $conexion->close();
111 }
112
113 catch (Exception $e) {
114     $respuesta = array(
115         'respuesta' => $e->getMessage() );}
116     die(json_encode($respuesta));
117 }else {
118     $respuesta = array(
119         'respuesta' => 'error');
120     die(json_encode($respuesta));}
121 }else{
122     $respuesta = array(
123         'respuesta' => 'error');
124     die(json_encode($respuesta));
125 }

```

## ANEXO B. Generación de la Base de Datos

```
1 CREATE DATABASE IF NOT EXISTS uaem;
2 USE uaem;
3 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Profesor (
4     idProfesor int(3) auto_increment,
5     NombreP varchar(35),
6     ApellidoPP varchar(35),
7     ApellidoMP varchar(35),
8     Categoria varchar(8),
9     primary key(idProfesor));
10
11 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Carrera (
12     idCarrera varchar(5),
13     NombreC varchar(45),
14     primary key(idCarrera));
15
16 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Grupo(
17     idGrupo char(3),
18     Semestre int(2),
19     Turno varchar(1) CHECK(Turno='M' OR Turno='V' OR Turno='X'),
20     Periodo varchar(1) CHECK(Periodo='A' OR Periodo='B'),
21     idCarrerag varchar(5),
22     primary key(idGrupo,Periodo),
23     foreign key(idCarrerag) references Carrera(idCarrera));
24
25
26
27
28 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Materia (
29     idMateria char(7),
30     NombreM varchar(45),
31     NoHoras float,
32     NoCreditos float,
33     idCarreram varchar(5),
34     primary key(idMateria,idCarreram),
35     foreign key(idCarreram) references Carrera(idCarrera));
36
37 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Preoferta (
38     Profesorp int(3),
39     Carrerap varchar(5),
40     Periodop varchar(1) CHECK(Periodo='A' OR Periodo='B'),
41     Ano int(4),
42     Materiap char(7),
43     Grupop char(3),
44     PRIMARY KEY(Materiap,Grupop,Profesorp),
45     foreign key(Profesorp) references Profesor(idProfesor),
46     foreign key(Grupop,Periodop) references Grupo(idGrupo,Periodo),
47     foreign key(Materiap,Carrerap) references
Materia(idMateria,idCarreram));
48
49 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Horario (
50     idDia varchar(10),
51     HoraEntrada time,
```

```

52     HoraSalida time,
53     Materiah char(7),
54     Grupoh char(3),
55     Profesorh int(3),
56 PRIMARY KEY(Materiah,Grupoh,idDia,Profesorh),
57 foreign key(Materiah,Grupoh,Profesorh) references
Preoferta(Materiap,Grupop,Profesorp));
58
59 CREATE TABLE IF NOT EXISTS Usuario (
60     id int(5) auto_increment,
61     id_Usuario char(25),
62     NombreU varchar(25),
63     ApellidoPU varchar(35),
64     ApellidoMU varchar(35),
65     Contrasena varchar(60),
66     editado datetime ,
67     Perfil char(35),
68     PRIMARY KEY (id));

```