



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR INTELIGENTE DE HORARIOS
UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS EN LA UNIVERSIDAD DE
CIENCIAS Y HUMANIDADES**

PRESENTADO POR

**RODAS TIRAPO, FRITZ ELÍAS
VÁSQUEZ CRUCES, JANNETH MÓNICA**

ASESOR

LAPA ASTO, ULISES SEMILIS

Los Olivos, 2017



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR
INTELIGENTE DE HORARIOS UTILIZANDO
ALGORITMOS GENÉTICOS EN LA UNIVERSIDAD
DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

PRESENTADA POR:

RODAS TIRAPO, FRITZ ELÍAS.
VÁSQUEZ CRUCES, JANNETH MÓNICA.

ASESOR:

LAPA ASTO, ULISES SEMILIS

LIMA - PERÚ

2017

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO

JURADO 1
ANDRADE ARENAS,
LABERIANO MATÍAS
PRESIDENTE

JURADO 2
MELGAREJO SOLÍS,
RONALD ALFONSO
SECRETARIO

JURADO 3
GUEVARA JIMÉNEZ,
JORGE ALFREDO
VOCAL

LAPA ASTO
ULISES SEMILIS
ASESOR

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a nuestros padres, hermanos y seres queridos que nos brindaron su apoyo moral e intelectual en todo momento.

Agradecimientos

A nuestros padres, por su comprensión, cariño y paciencia, por sus innumerables consejos y buena guía para nuestra formación, tanto humanitaria como profesional.

A nuestros hermanos, por soportar nuestras ausencias, por el interés y apoyo mostrado en todo momento.

A nuestros amigos, por su compañía, aliento y ayuda en la realización de esta tesis, por sus frases motivadoras a lo largo de nuestra vida universitaria, y su especial afecto hacia nosotros, gracias amigos.

A Dios principalmente, por brindarnos siempre la guía necesaria para alcanzar nuestras metas de una manera correcta, por la oportunidad de demostrar nuestras capacidades y por su ejemplo de amor al hacer las cosas.

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo principal encontrar una solución al problema de elaboración de horarios académicos que existía en la Universidad de Ciencias y Humanidades, para lo cual nos basamos en la Facultad de Ciencias e Ingeniería con la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática. El problema de elaboración de horarios consiste en la asignación de un conjunto de recursos en un periodo de tiempo limitado, además, de cumplir satisfactoriamente un conjunto de restricciones que usualmente se dan en el ámbito académico. 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. El uso de los algoritmos genéticos garantiza una adecuada solución cercana a la óptima, estas son una técnica de búsqueda y optimización que generalmente se usan para modelar sistemas complejos o cuyas variables son indeterminadas y que mediante la imitación del proceso evolutivo pretende generar soluciones cada vez más aceptables. En base a la ventaja que conlleva su uso y la necesidad de optar por un sistema que realice una adecuada asignación de horarios, se realiza un modelo matemático que define todas las restricciones necesarias a considerar para luego establecer el diseño de una solución y la adaptación del algoritmo en esta.

Palabras claves: Algoritmos Genéticos, Optimización, Asignación de Recursos, Horarios Académicos.

Abstract

This research has as main objective to find a solution to the problem of elaboration of the academic schedules that Universidad de Ciencias y Humanidades had, for that we based on Science and Engineering Faculty with the career of Informatics and System Engineering. The problem of the elaboration of the schedules consists in the assignment of a resources ensemble in a limited period of time, also of accomplish satisfactorily a restriction ensemble that usually appear in the academic sphere. As a main proposal, a schedule generation mold was made using genetic algorithms and an application was prepared, in a certain way the time that entails this process was reduced, in addition, this facilitate the elaboration of them to the responsible personnel and avoid in the most possible the mistakes that commonly entails its manual elaboration. The use of genetic algorithms guarantees an adequate solution close to the optimal; these are a search and optimization technique that generally are used to mold complex systems or whose variables are indeterminate and that by the imitation of the evolution process expects to generate solutions every time more acceptable. Based on the advantage that entails the use and the need of choosing a system that makes an adequate schedule assignment, a mathematics mold is prepared due to it defines all the restrictions that are necessary to consider in order to establish the design of a solution and the adaptation of the algorithm in this.

Key words: Genetics algorithms, Optimization, Assignment of Resources, Academic Schedules.

Contenido

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Contenido.....	vii
Lista de tablas.....	ix
Lista de figuras.....	x
Introducción.....	1
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	3
1.1. DIAGNÓSTICO DE LA ORGANIZACIÓN.....	4
1.1.1. Datos de la Organización.....	4
1.1.2. Localización de la empresa:.....	5
1.1.3. Diagnóstico estratégico.....	5
1.1.4. Cadena de valor.....	9
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2.1.1. Realidad problemática.....	11
2.1.2. Descripción del problema.....	12
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
2.3. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	21
2.3.1. Objetivo general.....	21
2.3.2. Objetivos específicos.....	21
2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.4.1. Justificación operativa.....	22
2.4.2. Justificación tecnológica.....	22
2.5. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	23
2.5.1. Alcances.....	23
2.5.2. Limitaciones.....	23
CAPITULO III: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	25
3.1. ANTECEDENTES.....	26
3.1.1. Internacionales.....	26
3.2. MARCO TEÓRICO.....	29
3.2.1. Proceso de evolución.....	29
3.2.2. Algoritmos genéticos.....	30
3.3. MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.3.1. Técnicas de búsqueda y optimización.....	39

3.3.2.	Computación evolutiva	40
3.3.3.	Proceso evolutivo del algoritmo genético	41
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN		43
4.1.	MODELAMIENTO	44
4.1.1.	Modelo del negocio	44
4.1.2.	Modelo del sistema.....	48
4.1.3.	Modelo de datos	59
4.2.	DESARROLLO	60
4.2.1.	Asignación de clase.....	60
4.2.2.	Constitución del cromosoma	62
4.2.3.	Adaptación del algoritmo	63
4.3.	APLICACIÓN	65
4.4.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	68
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO		69
5.1.	ANÁLISIS DE COSTOS.....	70
5.1.1.	Costos de mano de obra	70
5.1.2.	Costos de equipo de desarrollo	71
5.2.	ANÁLISIS DE BENEFICIO.....	73
5.3.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	74
Conclusiones.....		79
Recomendaciones		80
Referencias		81
Glosario.....		84
ANEXOS		88

Lista de tablas

<i>Tabla 01: Análisis F.O.D.A de la Universidad de Ciencias y Humanidades</i>	6
<i>Tabla 02: Cadena de valor de la Universidad de Ciencias y Humanidades</i>	9
<i>Tabla 03: Análisis caso de uso “validar ingreso”</i>	49
<i>Tabla 04: Análisis caso de uso “registrar curso”</i>	51
<i>Tabla 05: Análisis caso de uso “registrar docente”</i>	53
<i>Tabla 06: Análisis caso de uso “configurar parámetros”</i>	55
<i>Tabla 07: Análisis caso de uso “generar horario académico”</i>	57
<i>Tabla 08: Costo de mano de obra</i>	70
<i>Tabla 09: Costo de equipos de desarrollo</i>	71
<i>Tabla 10: Costo de software</i>	72
<i>Tabla 11: Costo fijo personal</i>	72
<i>Tabla 12: Costos variables</i>	72
<i>Tabla 13: Costo de desarrollo</i>	73
<i>Tabla 14: Análisis de beneficio (tangible - intangible)</i>	73
<i>Tabla 15: Cuadro de recuperación de inversión meses (1 – 4)</i>	74
<i>Tabla 16: Cuadro de recuperación de inversión meses (5 – 8)</i>	75
<i>Tabla 17: Cuadro de recuperación de inversión meses (9 – 12)</i>	75
<i>Tabla 18: Promedio de inversión</i>	75
<i>Tabla 19: Cronograma general de actividades del proyecto.</i>	89
<i>Tabla 20: Matriz de investigación.</i>	95
<i>Tabla 21: Listado de cursos I</i>	96
<i>Tabla 22: Listado de cursos II</i>	96

Lista de figuras

<i>Figura 01: Localización de la Universidad de Ciencias y Humanidades</i>	5
<i>Figura 02: Organigrama Nominal de la UCH (Planificación 2013)</i>	7
<i>Figura 03: Organigrama general de la UCH</i>	8
<i>Figura 04: Pseudo código - AG (Carlos A.,1995)</i>	33
<i>Figura 05: Pseudo-código - algoritmo principal (Gestal M, 2010)</i>	35
<i>Figura 06: Diagrama de casos de uso del negocio</i>	44
<i>Figura 07: Diagrama de actividad “obtener disponibilidad horaria”</i>	45
<i>Figura 08: Diagrama de actividad “validar registro docente-disponibilidad”</i>	45
<i>Figura 09: Diagrama de actividad “elaborar horario académico”</i>	46
<i>Figura 10: Diagrama de actividad “validar elaboración de horario”</i>	46
<i>Figura 11: Diagrama de actividad “publicar horario académico”</i>	47
<i>Figura 12: Diagrama de casos de uso del sistema</i>	48
<i>Figura 13: Diagrama de secuencia “validar ingreso”</i>	50
<i>Figura 14: Diagrama de secuencia “registro curso”</i>	52
<i>Figura 15: Diagrama de secuencia “registro docente”</i>	54
<i>Figura 16: Diagrama de secuencia “configurar parámetros”</i>	56
<i>Figura 17: Diagrama de secuencia “generar horario académico”</i>	58
<i>Figura 18: Diagrama entidad – relación</i>	59
<i>Figura 19: Logeo al sistema</i>	65
<i>Figura 20: Vista del generador de horario</i>	65
<i>Figura 21: Vista disponibilidad</i>	66
<i>Figura 22: Registro de disponibilidad múltiple</i>	66
<i>Figura 23: Vista asignatura</i>	67
<i>Figura 24: Vista registrar profesor</i>	67
<i>Figura 25: Arquitectura del sistema</i>	68
<i>Figura 26: Fórmula VAN</i>	76
<i>Figura 27: Pantalla excel cálculo VAN</i>	76
<i>Figura 28: Fórmula TIR</i>	77
<i>Figura 29: Pantalla excel cálculo TIR</i>	77
<i>Figura 30: Pantalla excel cálculo ROI</i>	78
<i>Figura 33: Listado de docentes codificados I</i>	96

<i>Figura 34: Listado de docentes codificados II</i>	96
<i>Figura 35: Codificación de periodos, días y asistencia</i>	96
<i>Figura 36: Horario 1er ciclo turno mañana A</i>	96
<i>Figura 37: Horario 1er ciclo turno mañana B</i>	96
<i>Figura 38: Horario 1er ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 39: Horario 2do ciclo turno mañana</i>	96
<i>Figura 40: Horario 2do ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 41: Horario 3er ciclo turno mañana A</i>	96
<i>Figura 42: Horario 3er ciclo turno mañana B</i>	96
<i>Figura 43: Horario 3er ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 44: Horario 4to ciclo turno mañana</i>	96
<i>Figura 45: Horario 4to ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 46: Horario 5to ciclo turno mañana</i>	96
<i>Figura 47: Horario 5to ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 48: Horario 6to ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 49: Horario 7mo ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 50: Horario 8vo ciclo turno noche</i>	96
<i>Figura 51: Horario 9no ciclo horario noche</i>	96
<i>Figura 52: Horario 10mo ciclo turno noche</i>	96

Introducción

En muchas instituciones de educación superior existe la necesidad de asignar aulas, días, horas y docentes para desarrollar las actividades académicas, estas son plasmadas en horarios que posteriormente brindaran soporte a la puesta en marcha de las clases. Para la elaboración de horarios normalmente se asigna a una persona con experiencia en estos, pero que a pesar de su conocimiento y por la complejidad de la tarea, tienden a cometer errores y utilizan bastante tiempo para lograrlo.

Teniendo en cuenta que esta tarea tenía mucha importancia, resultaría muy conveniente la automatización del proceso de generación de horarios por medio de una herramienta computacional basada en la inteligencia artificial ya que esta nos permitiría usar métodos no convencionales necesarios para el modelo de solución.

Se presentará a continuación la estructuración del proyecto desde los aspectos generales como descripción de la organización hasta el análisis de costo y beneficio que conllevaría la implementación de una herramienta de software para la solución del problema.

En el capítulo I aspectos generales, se describió la empresa donde se realizó la implementación de la solución, también se hizo la recopilación de los datos concernientes a la institución, además de explicar su misión y visión.

En el capítulo II planteamiento y formulación del problema, se dio a conocer la problemática por la cual se desarrolla el sistema generador de horarios, se planteó el objetivo general y los objetivos específicos, la justificación y el alcance que tendrá la solución.

En el capítulo III fundamento teórico, se fundamentó las bases teóricas del proyecto, se especificaron las herramientas usadas para el desarrollo del mismo. Se dio a conocer los antecedentes del uso de los algoritmos genéticos en situaciones de planeación, distribución de recursos y la historia de estos. Se

mostró y explicó la metodología de los algoritmos genéticos, así como conceptos clave para la mejor interpretación de este proyecto.

En el capítulo IV desarrollo de la aplicación, que es la parte más relevante de la investigación; se presentó los modelos tanto del negocio como del sistema que explican el funcionamiento actual y posterior del proceso de generación de horarios. Se especificó cómo se adaptará el algoritmo al modelo establecido en la metodología y se muestran los pantallazos de la aplicación desarrollada.

En el capítulo V análisis de costo y beneficio, se detallaron los distintos tipos de costos tomados en cuenta para el desarrollo de la aplicación, desde su concepción hasta el análisis de beneficios que involucra su implementación en la universidad.

Finalmente, concluimos que la puesta en marcha de la aplicación obtiene los resultados esperados y óptimos en comparación con el tiempo en obtención de los horarios actuales en la Universidad de Ciencias y humanidades (UCH) y en comparación en la óptima asignación del personal docente para el dictado de clases en esta casa de estudios.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. DIAGNÓSTICO DE LA ORGANIZACIÓN

1.1.1. Datos de la Organización

A. **Razón social:** Asociación civil Universidad de Ciencias y Humanidades UCH

B. **Nombre comercial:** Universidad de Ciencias y Humanidades

C. **Giro del negocio:** Educación Superior

D. **R.U.C.:** 20516530767

E. **Teléfono:** (01)7151533

F. **Ubicación:** Av. Universitaria 5175, Los Olivos

G. **Fecha inicio actividades:** 16 / Diciembre/ 2006

H. **Reseña histórica:**

La Universidad de Ciencias y Humanidades fue creada por resolución 0411 del Consejo Nacional para la Autorización de Funcionamiento de Universidades (CONAFU) el 16 de diciembre del 2006, la misma que autorizó su funcionamiento, iniciando sus actividades de acuerdo al estatuto aprobado e inscrito debidamente en los registros públicos.

La UCH surge para forjar una información integral que abarque no solo el ámbito académico sino también el cultivo de las artes y la cultura, el conocimiento de nuestra realidad social y el compromiso con la comunidad.

1.1.2. Localización de la empresa:

La universidad de ciencias y humanidades se encuentra ubicada en la avenida universitaria N° 5175, en el distrito de Los Olivos, del departamento de Lima.



Figura 01: Localización de la Universidad de Ciencias y Humanidades

Fuente: página web de la UCH

En esta figura se aprecia la ubicación de la Universidad de Ciencias y Humanidades obtenida de la página web.

1.1.3. Diagnóstico estratégico

A. Misión

Somos una Universidad que forma profesionales mediante una propuesta de educación integral, que promueve la cultura, la investigación y la proyección social, contribuyendo al desarrollo social y productivo del país

B. Visión

Ser una Universidad referente en la formación integral de profesionales comprometidos con el desarrollo del país.

C. Análisis F.O.D.A

Tabla 01: Análisis F.O.D.A de la Universidad de Ciencias y Humanidades

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con una buena infraestructura. • Cuenta con un centro cultural, idiomas e informática. • Promueve el deporte y la danza. • Se utiliza las unidades didácticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la demanda de carreras profesionales. • Cambio de perfil demográfico. • Mejora en la visión de las empresas sobre la Universidad. • Está ubicado en una buena zona geográfica.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con pocas carreras profesionales. • No tiene sucursales en todos los conos. • Poca publicidad. • No cuenta con amplio espacio para realizar todos los deportes a la vez. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de nuevas instituciones educativas al sector. • La insuficiencia en los medios de transporte para que el estudiante pueda llegar a la institución con facilidad. • Ingreso familiar, que puede impedir que los estudiantes continúen sus estudios universitarios. • Esta cerca de otras

Fuente: Área de Planificación (Planificación 2013)

En esta tabla se aprecia la descripción del análisis interno, el análisis externo, las fortalezas, las debilidades de la Universidad de Ciencias y Humanidades.

D. Organigrama nominal

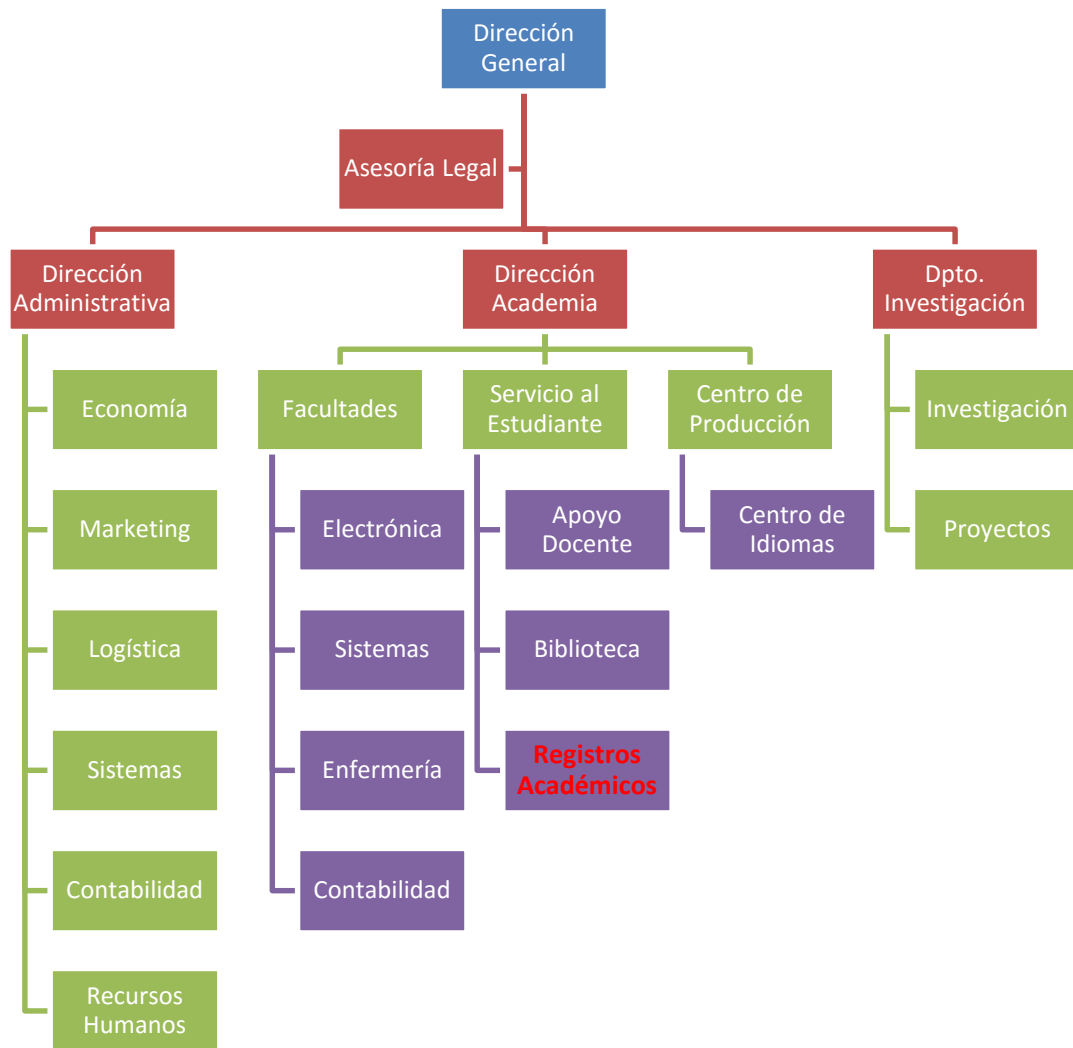


Figura 02: Organigrama Nominal de la UCH (Planificación 2013)

Fuente: Área de planificación

En esta figura se aprecia el organigrama de la Universidad de Ciencias y Humanidades

E. Organigrama funcional

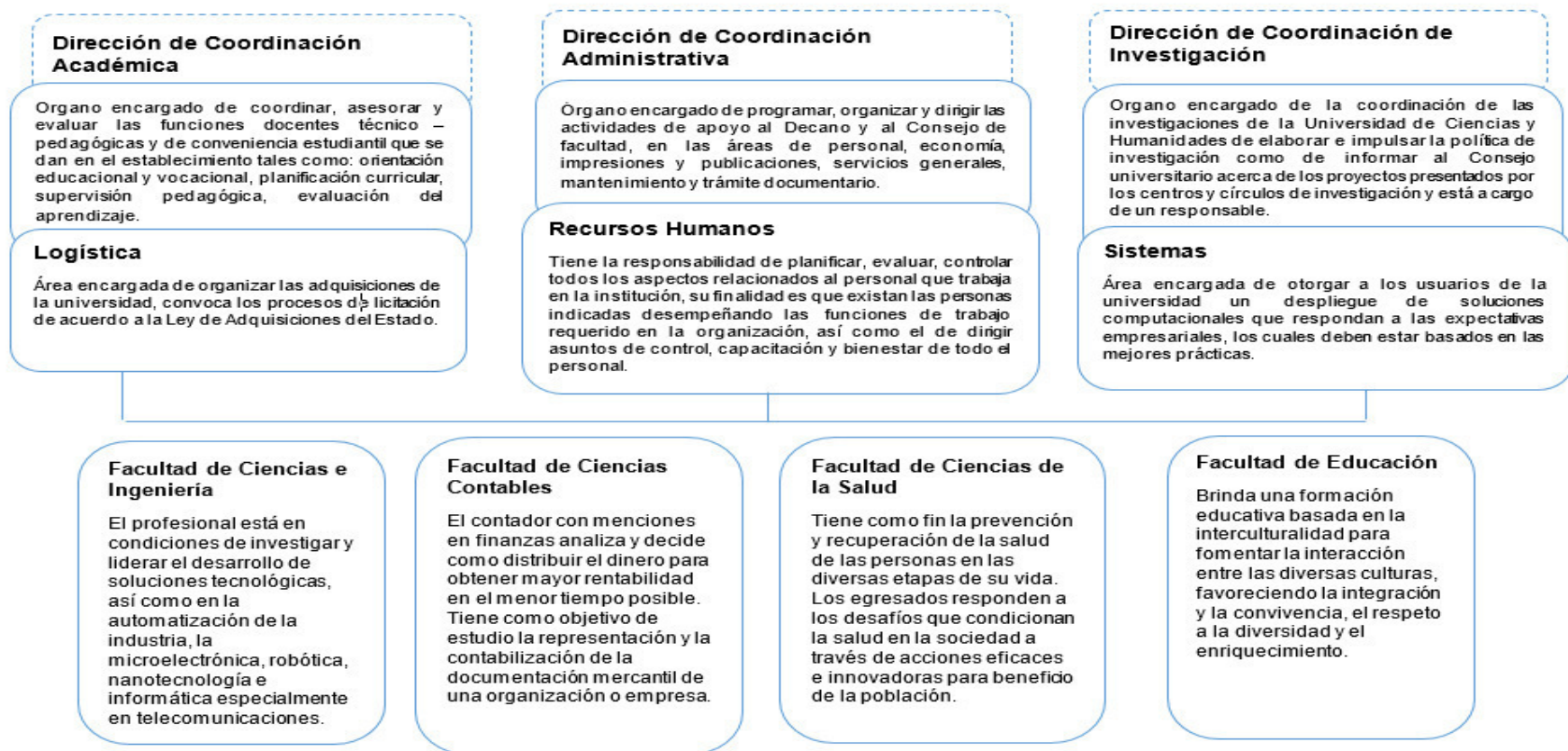


Figura 03: Organigrama general de la UCH

En la figura 3, se visualiza el organigrama funcional de la Universidad de Ciencias y Humanidades que indica las funciones que se realizan en cada área

1.1.4. Cadena de valor.

Tabla 02: Cadena de valor de la Universidad de Ciencias y Humanidades

INFRAESTRUCTURA <ul style="list-style-type: none"> • Invertirá en el mejoramiento continuo de la universidad 					
FINANZAS <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de estados financieros • Uso de entidades bancarias como medio de transacciones • Emisión de acciones 					
ADMINISTRACION DE RR. HH <ul style="list-style-type: none"> • Contratación de personal • Capacitación de personal • Promoción de personal • Remuneración de personal 					
MARKETING <ul style="list-style-type: none"> • Gestiona publicidad con la universidad • Gestiona becas/convenios 					
DESARROLLO TECNOLÓGICO <ul style="list-style-type: none"> • Inversiones constantes con el fin de mejorar su tecnología. 					
ASESORAMIENTO LEGAL <ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con staff de abogados y asesores 					
DIRECCION ACADÉMICA <ul style="list-style-type: none"> • Coordinación de Facultad • Coordinación de Carrera profesional • Departamento Académico 			DIRECCION DE REGISTROS ACADEMICOS <ul style="list-style-type: none"> • Registros Académicos • Apoyo Docente – Tutoría • Admisión y Biblioteca 		
LOGÍSTICA <ul style="list-style-type: none"> • Evalúa pedidos • Realiza órdenes de compra • Realiza consolidados 					
ABASTECIMIENTO <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de requerimientos • Elaboración de órdenes de compra <ul style="list-style-type: none"> – Libros – Computadoras – Software – otros 	LOGISTICA DE ENTRADA <ul style="list-style-type: none"> • Recepción de equipos • Verificación de equipos • Devolución de equipos • Almacenamiento de equipos 	OPERACIONES <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de equipos • Elaboración de plan de estudios • Elaboración de Syllabus • Elaboración de material de estudios • Revisión de la información 	LOGÍSTICA DE SALIDA <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de material bibliográfico • Control de equipos 	MARKETING Y VENTAS <ul style="list-style-type: none"> • Publicidad • Atención personalizada • Promoción de servicio Página web: www.uch.edu.pe	SERVICIOS <ul style="list-style-type: none"> • Recepción y atención de quejas y sugerencias • Elaboración de encuestas • Nota de estudiantes • Uso de intranet

Fuente: Área de Planificación

En la tabla 2, en esta sección se indicará la cadena de valor de la institución con el fin de reconocer los procesos clave del negocio y detallar los distintos modelos que se desarrollaron para comprender el funcionamiento actual de los procesos de negocio, el funcionamiento posterior del sistema, los datos y tipo de datos aplicados para almacenar la información del sistema.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En esta sección se detallarán la realidad problemática actual que atraviesa la Universidad de Ciencias y Humanidades, la descripción del problema, las restricciones para realizar los horarios de clase y el modelo matemático de los datos.

2.1.1. Realidad problemática

Actualmente, en la Universidades de Ciencias y Humanidades la generación de horarios es realizada manualmente, estos horarios generados son registrados en un sistema que a fin de cuenta solo nos muestra los datos ingresados, este procedimiento se lleva a cabo en el Área Académica, área que, además, se sirve de otras para lograr este objetivo. A continuación, se describirá como es realizado este proceso.

Cada facultad, a través de sus coordinadores, se encarga de contactar a sus docentes y solicitarles su disponibilidad horaria para el presente ciclo, esta se obtiene llenando un formato de disponibilidad horaria. Posteriormente estos documentos son entregados al coordinador de la facultad y luego remitidos al Área Académica.

El director académico recibe de cada facultad los formatos de disponibilidad horaria de cada docente, este revisa, valida y autoriza el registro de nuevos docentes, si en caso hubiera uno, además, posee información acerca de la cantidad de aulas y laboratorios que se encuentran disponibles en la universidad, si existiese la necesidad de registrar nuevas aulas o laboratorios es él quien valida y autoriza este registro.

Una vez validado los documentos de disponibilidad horaria de docentes, cantidad de aulas y laboratorios, son proporcionados todos al asistente administrativo el cual se encargará primero de comprobar si la cantidad de aulas y laboratorios registrados en el sistema no ha aumentado o disminuido para el presente ciclo, en

caso contrario procede con el registro de dicho espacio físico, una vez concluida esta labor el asistente realiza un bosquejo de horario en papel para cada ciclo de cada carrera de todas las facultades, observando cuidadosamente el no asignar el mismo docente para diferentes cursos en el mismo horario.

Una vez realizado el bosquejo de horario de cada ciclo, se proporciona al director académico estos documentos para su respectiva revisión, corrección (en caso encontrara errores, como cruce de horarios) y autorización de ingreso al registro del sistema, la asistente finaliza el proceso de generación de horarios registrando la información generada por ella misma en los bosquejos de horarios en el sistema de registro de horarios.

Como bien se puede evidenciar, este proceso lleva tiempo en la elaboración de bosquejos para cada ciclo y admite error humano que trae consigo demora en la corrección y verificación, por consiguiente, se pretenderá optimizar este proceso generando horarios automáticamente para la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática, posteriormente en base a los resultados el sistema podrá adaptarse para todas las carreras de la Universidad de Ciencias y Humanidades.

2.1.2. Descripción del problema

Las instituciones académicas presentan diversas dificultades para resolver el problema de asignación horaria, este es un problema particular de asignación de recursos, ya que, en el caso más general, existe una serie de recursos y una serie de procesos que necesitan ser realizados por cada uno de estos recursos. En el ámbito académico estos recursos tales como: docentes, alumnos, cursos, aulas, etc. son asignados en un aula y durante un determinado periodo, cumpliendo para ello restricciones asociadas a los recursos.

Este problema es conocido con el nombre de Timetabling, que consiste en la asignación de entidades o recursos escasos dentro de

un número limitado de períodos de tiempo; y es utilizada en distintas áreas para regular diferentes operaciones donde sea necesaria la ubicación de un recurso en un sitio determinado en una hora específica, como por ejemplo en el transporte (vuelos aéreos), en salud (programación de cirugías), en el campo del entretenimiento (deportes), etc.

El presente trabajo tiene por finalidad encontrar una solución óptima en base a las restricciones encontradas en la entrevista y la documentación brindada, con ello se espera obtener como resultado un horario adecuado para el estudiante y docente, y finalmente la automatización en el proceso de generación de horarios.

Las restricciones encontradas se clasificarán en obligatorias y deseables ya que se intentará en lo máximo posible retener algunos resultados que no cumplan las restricciones obligatorias y dejaremos como resultados aceptables aquellos que cumplan en lo mínimo las restricciones deseables, esto se hará debido a la correcta asignación de horarios, depende también en la disponibilidad del docente, y este no podrá cumplir obligatoriamente todas las restricciones, otro factor a tomar en cuenta es que durante las entrevistas se dejó en claro que el recurso aula no era un inconveniente de asignación por lo tanto este recurso es omitido en la elaboración del modelo.

Como bien se mencionó en el apartado de “Realidad Problemática”, este proceso aun es elaborado manualmente, en ese contexto, estudiamos los Algoritmos Genéticos (AG) para encontrar la solución a dicho problema. Esta técnica, basada en búsqueda y optimización, ha demostrado resultados aceptables en muchos campos de la optimización en donde se modelaban y diseñaban métodos, y donde el tamaño y la dimensión son factores complicados.

Las restricciones para la generación de horarios deben entenderse como las condiciones necesarias que debe satisfacer el horario a generar, como se mencionó anteriormente estas restricciones se clasificaran en dos tipos:

A. Restricciones obligatorias

Son restricciones que deben cumplirse obligatoriamente, la omisión de alguna origina un horario inválido, se puede entender como reglas que se deben satisfacer.

- RO1. Un curso debe tener asignado a lo más un docente en un periodo específico.
- RO2. Un docente debe tener asignado a lo más un curso en un periodo específico.
- RO3. No es posible asignar a un docente un curso por el cual no posea preferencia.
- RO4. No se puede asignar un curso a un docente fuera de su disponibilidad de tiempo.
- RO5. Un curso debe cumplir con una cantidad de horas semanales requeridas.
- RO6. Las horas para un determinado curso en un mismo día deben de ser consecutivas, además, de ser asignados a un docente.
- RO7. Los cursos son clasificados en los turnos de mañana, y noche según el ciclo al que pertenecen.

B. Restricciones deseables

Son restricciones que dependerán de la preferencia del usuario, la omisión de alguna de estas seguirá produciendo un horario válido, pero de baja calidad, se desea en todo caso que se cumplan todas las restricciones para un horario de alta calidad.

- RD1. Se debe minimizar el número de horas libres entre el fin de una clase y el inicio de otra.
- RD2. Pueden existir prioridades o penalidades sobre cursos para que sean dictados en periodos determinados. Es decir, una solución será de mayor calidad mientras se cumplan adecuadamente las prioridades o se tenga la menor cantidad de asignaciones a periodos penalizados.

a. Modelo general

A continuación, se procede a describir el modelo general de los datos y restricciones, este modelo nos servirá de base para definir mejor nuestros objetivos.

- **Conjunto de datos**

Sea $C = \{1, \dots, c\} \quad \forall c \in Z$ el vector de cursos académicos.

Algorítmica I	Matemática II	Auditoria
---------------	------------------	-------	-----------

Sea $H = \{1, \dots, h\} \quad \forall h \in Z$ el vector de cantidad de horas semanales correspondiente a cada curso.

Algorítmica I	5	5
---------------	---	---	-------

Sea $P = \{1, \dots, p\} \quad \forall p \in \mathbb{Z}$ el vector de periodos de tiempo en que se dicta un curso cualquiera.

Periodo 1	Periodo 2	.....	Periodo 16
Lunes	Lunes		Lunes
8:00am – 8:45am	8:45am – 9:30am		9:20pm – 10:00pm

Sea $L = \{1, \dots, l\} \quad \forall l \in \mathbb{Z}$ el vector de días de la semana que agrupa diferentes periodos.

Lunes	Martes	Viernes
-------	--------	-------	---------

Sea $D = \{1, \dots, d\} \quad \forall d \in \mathbb{Z}$ el vector de días de la semana que agrupa diferentes periodos.

Atuncar Guzmán José	Trujillo Quinde Alejandro	Mateo Torres José
---------------------------	---------------------------------	-------	-------------------------

Sea DC la matriz de docentes que dictan cursos, donde $d \in D$ y $c \in C$.

	Arévalo Villanueva Manuel	...	Arias Chacaltana Marco
Matemática I	1	0	0
.....	0	0	0
Auditoria	0	0	1

Sea TC la matriz de periodos de tiempo donde se puede dictar un curso, donde $t \in T$ y $c \in C$.

	Base de Datos I	.....	Inteligencia Artificial I
Periodo 1	1	0	0
.....	0	0	0
Periodo 20	0	0	1

Sea TD la matriz de periodos de tiempo vinculada a la disponibilidad de cada docente, donde $t \in T$ y $d \in D$.

	Salas Ramirez Tomas	.....	Melgarejo Solis Ronald
Periodo 1	1	0	0
.....	0	0	0
Periodo 20	1	0	1

Sea $S = \{1, \dots, s\} \forall s \in \mathbb{Z}$ el vector de ciclos académicos que está asociado a una cantidad de cursos, para la carrera de Ingeniería de Sistemas e Informática, está definido 10 ciclos.

Ciclo I	Ciclo II	Ciclo X
---------	----------	-------	---------

- **Parámetros**

Se procede a definir cada uno de los recursos necesarios asociados a un parámetro:

m = cantidad de cursos

n = cantidad de docentes

p = cantidad total de periodos semanales $\forall m, n, p \in Z$

$[a,b]$ = intervalo de cursos correspondientes a un ciclo

$[c,d]$ = intervalo de periodos correspondientes a un día de la semana

- **Variables de decisión**

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{si la asignatura } j \text{ es asignada con} \\ & \text{el docente } j \text{ en el período } k. \\ 0 & \text{si no } \quad i \in \{1, \dots, m\}, j \in \{1, \dots, n\}, k \in \{1, \dots, p\} \end{cases}$$

- **Variable de duración**

$$W_{ijk} = \begin{cases} R & \text{tiempo de ocupación del curso } i \\ & \text{el docente } j \text{ en el periodo } k. \\ 0 & \end{cases}$$

- **Modelamiento de restricciones**

RO1 todo curso i que se dicta en un periodo k debe tener asignado a lo más un docente j .

$$\sum_{j=1}^n X_{ijk} \leq 1$$

RO2 todo docente j que dicta en un periodo k debe tener asignado a lo más un curso i .

$$\sum_{i=1}^m X_{ijk} \leq 1$$

RO3 todo docente j debe tener asignado un curso i que se encuentre dentro de su preferencia DC.

$$X_{ijk} = DC_{ij}$$

RO4 todo docente j debe tener asignado un curso i dentro de su disponibilidad de tiempo TD.

$$X_{ijk} = TD_{ij}$$

RO5 todo curso i debe cumplir con una cantidad semanal de horas H

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p X_{ijk} * W_{ijk} = H_i$$

RD1 minimizar el número de horas libres entre el fin de una clase y el inicio de otra.

K = Ultima hora de un curso – primera hora de un curso

$$F_i \leq K \leq F_s$$

b. Modelo particular

Una vez descrito el modelo general, se tendrá que adaptar estas características a nuestro problema, de esta manera, más adelante se modelará el algoritmo genético para establecer una solución.

- **Conjunto de datos**

Se cuenta con un total de 61 cursos, además, los días para el dictado de clases son de lunes a viernes y se cuenta con un total de 16 periodos, distribuidos en bloques de 45min. y 40min. dependiendo del turno. (Mañana 45min., noche 40min.) por último los ciclos para la carrera de sistemas son en total 10.

- **Parámetros**

61 = cantidad de cursos

59 = cantidad de docentes

16 = cantidad total de periodos semanales

- **Variables de decisión**

$$X_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{si la asignatura } j \text{ es asignada con} \\ & \text{el docente } j \text{ en el período } k. \\ 0 & i \{1, \dots, 61\}, j \{1, \dots, 59\}, k \{1, \dots, 16\} \end{cases}$$

- **Modelamiento de restricciones**

$$\text{RO1 } \sum_{j=1}^{59} X_{ijk} \leq 1$$

$$\text{RO2 } \sum_{i=1}^{61} X_{ijk} \leq 1$$

$$\text{RO3 } X_{ijk} = DC_{ij}$$

$$\text{RO4 } X_{ijk} = TD_{ij}$$

$$\text{RO5 } \sum_{j=1}^{59} \sum_{k=1}^{16} X_{ijk} * W_{ijk} = H_i$$

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a las problemáticas mencionadas anteriormente, se plantea dar alguna alternativa de solución al siguiente problema de investigación.

2.2.1. Problema general

¿Cómo se podrá optimizar el proceso de generación de horarios en la Universidad de Ciencias y Humanidades?

2.2.2. Problemas específicos

P.E.1: ¿Cómo se reducirá el tiempo de generación inteligente de horarios con la utilización de algoritmos genéticos?

P.E.2: ¿Cómo se evitará el cruce de horarios con la generación inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos?

P.E.3: ¿De qué manera se permitirá la correcta asignación de disponibilidad del docente con la generación inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos?

2.3. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

Optimizar el proceso de generación de horarios utilizando algoritmos genéticos en la Universidad de Ciencias y Humanidades.

2.3.2. Objetivos específicos

O.E.1: Reducir el tiempo de generación de horarios utilizando algoritmos genéticos.

O.E.2: Evitar el cruce de horarios utilizando algoritmos genéticos para la generación inteligente de horarios.

O.E.3: Permitir la correcta asignación de disponibilidad del docente utilizando algoritmos genéticos para la generación inteligente de horarios.

2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con la presente investigación se busca obtener un modelo que llevado a la programación nos genere un software capaz de disminuir el tiempo en el proceso de generación de horarios y evitar la ocurrencia de errores sucedida actualmente en la elaboración manual de estos por parte del personal responsable de estas actividades.

Con este desarrollo se pretende obtener un modelo que permita minimizar los cruces entre cursos y horas, evitando extensos intervalos entre clases y disminuyendo los niveles de insatisfacción entre los docentes y estudiantes.

Por ello, en el proyecto de tesis, se plantea desarrollar un generador inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos para encontrar la forma más adecuada y óptima de asignar recursos.

2.4.1. Justificación operativa

Al desarrollar esta aplicación, basándonos en los algoritmos genéticos, obtendremos una reducción de tiempo y costo en personal para la generación de horarios. Así mismo, contaremos con una aplicación que pueda soportar futuros cambios con el transcurrir del tiempo, cambios como: aumento de aulas, docentes, apertura de nuevas carreras o nuevos turnos.

2.4.2. Justificación tecnológica

La Universidad estará contando con una nueva tecnología que le permitirá automatizar el proceso de generación de horarios, además servirá de base para futuras investigaciones en el cual se pueda dar diversas soluciones a los problemas, que tengan las mismas características a la generación de horarios, usando como referencia los algoritmos genéticos modelados en esta investigación o en todo caso mejorar la implementación de esta aplicación.

2.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

2.5.1. Alcances

La presente tesis ha sido aplicable en el Área Académica de la UCH, área actualmente encargada de la elaboración de horarios.

La Universidad cuenta con varios niveles de estudio, entre ellos encontramos las facultades, centro de idiomas, centro de informática, etc. Esta investigación está centrada en la asignación de horarios exclusivamente en las facultades de la universidad, tomando como primer caso la Facultad de Ciencias e Ingeniería con la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática.

Actualmente existen varias instituciones educativas que hacen uso de estos u otros algoritmos para solucionar el problema de asignación de horarios, cada institución posee distintas características como: turnos, aulas, cantidad de semestres anuales, cursos, etc. haciendo que el modelamiento de cada una de ellas cumpla únicamente sus restricciones y satisfagan sus requerimientos, por lo cual la aplicación que se elabore hará de su uso único para cada institución.

2.5.2. Limitaciones

En muchos casos la elaboración de una herramienta de software para la gestión de procesos lleva consigo demora en la solución, debido a que si bien los procesos son fácilmente reconocibles el modelamiento de la solución recae en el modelamiento del algoritmo.

La cantidad de variables y el uso adecuado de estas es un factor determinante para el correcto funcionamiento de la aplicación y en todo caso la correcta asignación de horarios, la información recopilada en las entrevistas, suministrada por el personal de sistemas y los principales responsables del área implicada tuvieron en cierta medida un impacto en el desarrollo, ya que en un principio

teníamos pensado considerar una gran cantidad de información, pero tuvimos la necesidad de adaptarnos a lo brindado y trabajar lo mejor posible para el éxito de este proyecto.

No podríamos considerar el desconocimiento una limitación, ya que con la conclusión de este proyecto se estaría evidenciando lo contrario y, además, recordemos que en toda investigación siempre se surge algo nuevo.

CAPITULO III: FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES

3.1.1. Internacionales

- A. Los algoritmos genéticos se utilizan hoy en día en muchas aplicaciones informáticas para resolver problemas complejos, como la generación de horarios.

Según Burke, E. and Newall, J. (1999). se extrae la utilización de algoritmos genéticos para diseñar los horarios de los exámenes universitarios. Se sabe que, en general, el problema del horario es NP-completo, lo que significa que no se conoce un método para hallar con garantías una solución óptima en un tiempo razonable. En un problema así, hay restricciones obligatorias - no puede asignarse la misma aula a dos exámenes a la vez - y restricciones deseables - si es posible, no deben asignarse varios exámenes en sucesión a un mismo estudiante, para minimizar el cansancio. Las restricciones obligatorias deben satisfacerse, mientras que las restricciones deseables deben satisfacerse lo máximo posible. Los autores llaman "algoritmo memético" a su método híbrido para resolver este problema: un algoritmo evolutivo con selección por rango proporcional a la aptitud, combinado con un trepacolinas local para optimizar las soluciones halladas por el Algoritmo Evolutivo (AE). El AE se utilizó en cuatro conjuntos de datos de universidades reales (la menor de las cuales tenía 25.000 alumnos), y sus resultados se compararon con los resultados producidos por un método heurístico de vuelta atrás, un algoritmo muy consolidado que se encuentra entre los mejores que se conocen para este problema y que se utiliza en varias universidades. Comparado con este método, el AE produjo un resultado con una reducción de la penalización bastante uniforme del 40%.

- B. Los algoritmos genéticos buscan hallar rutas óptimas en las redes de telecomunicaciones para transmitir datos desde remitentes hasta destinatarios.

He, L. y Mort, N. (2000) aplicaron algoritmos genéticos al problema de hallar rutas óptimas en las redes de telecomunicaciones (como las redes de telefonía e Internet), que se usan para transmitir datos desde los remitentes hasta los destinatarios. Esto es un problema NP-difícil, un

tipo de problema para el que los AGs son extremadamente aptos y han encontrado una enorme variedad de aplicaciones exitosas en esos campos. Es además un problema multi objetivo, en el que hay que equilibrar objetivos en conflicto como maximizar el caudal de datos, minimizar los retrasos en la transmisión y la pérdida de datos, encontrar caminos de bajo coste y distribuir la carga uniformemente entre los enrutadores o conmutadores de la red. Cualquier algoritmo real satisfactorio debe también ser capaz de redirigir el tráfico de las rutas principales que fallen o estén congestionadas.

- C. Los algoritmos genéticos minimizan el número de saltos que debe de realizar un paquete de datos generando así una semilla que se denomina población inicial.

Según los autores se extrae que en el AG híbrido se utilizó un algoritmo de tipo primero el camino más corto, que minimiza el número de saltos que debe realizar un paquete de datos dado, para generar la semilla de la población inicial. Sin embargo, esta solución no tiene en cuenta la congestión o fallo de los enlaces, condiciones inevitables en redes reales, y es entonces cuando el AG toma el control, intercambiando secciones de rutas. Cuando se probó sobre un conjunto de datos derivado de una base de datos en red real de Oracle, se descubrió que el AG era capaz de redirigir enlaces rotos o congestionados, equilibrar la carga de tráfico y maximizar el caudal total de la red. Los autores afirman que estos resultados demuestran la efectividad y escalabilidad" del AG y que se pueden conseguir soluciones óptimas o casi óptimas. (Jensen, M., 2003, p.275).

- D. La utilización y aplicación de los algoritmos genéticos ha servido para la toma de decisiones en muchas situaciones importantes, ya que el resultado que este brinda es lo más óptimo posible, y cada vez q se va utilizado va evolucionando, y da mejores propuestas.

Como informa Naik, G. (1996) los organizadores de los Juegos Paraolímpicos de 1992 utilizaron un AG para diseñar los horarios de los eventos. Petzinger, T. y John D. (1995), informan que han utilizado AGs para generar los programas de montaje. La productividad se veía mermada por cuellos de botella en el montaje, los equipos de

trabajadores discutían, y se estaba perdiendo dinero. Finalmente, en 1993, Deere acudió a Bill Fulkerson, un analista e ingeniero de personal que concibió la utilización de un algoritmo genético para producir programas de montaje para la planta. Tras superar el escepticismo inicial, el AG demostró su valía rápidamente: la producción mensual aumentó un 50 por ciento, el tiempo extra casi desapareció y otras plantas de Deere están incorporando los AGs en sus propios diseños de programas de montaje.

- E. Los algoritmos genéticos funcionan combinándose aleatoriamente, haciendo millones de permutaciones posibles en tiempo record, con mínima intervención del ser humano.

Según Petzinger, T. (1995), Volvo ha utilizado un programa evolutivo llamado OptiFlex para diseñar el programa de montaje de su fábrica de Dublín, Virginia, de un millón de metros cuadrados, una tarea que requiere controlar cientos de restricciones y millones de permutaciones posibles para cada vehículo y funciona combinando aleatoriamente distintos programas de montaje posibles, determinando su aptitud clasificándolos en base a sus costos, beneficios y restricciones, y luego haciendo que las mejores soluciones intercambien genes entre ellas y vuelvan a la población para otra prueba. Antes esta desalentadora tarea era responsabilidad de un ingeniero humano, al que le llevaba hasta cuatro días producir el programa para cada semana; ahora, gracias a los AGs, esta tarea se puede completar en un día con una mínima intervención humana.

3.2. MARCO TEÓRICO

Este punto está diseñado para hablar de todos los recursos teóricos para la asignación de horarios académicos con algoritmos genéticos. Presentándose así las teorías necesarias que serán de utilidad para abordar el problema al establecer los horarios.

3.2.1. Proceso de evolución

Dorado, J. y Pedreira, N. (1996), describen que la mayoría de los organismos evolucionan a través de dos procesos primarios: la selección natural y la reproducción. Mediante esta selección se determina qué miembros de una población sobreviven para reproducirse, y mediante la reproducción se asegura la recombinación de los genes de la descendencia. Esta mezcla del material genético permite que las especies evolucionen mucho más rápidamente de lo que lo harían si tuvieran sólo la copia de los genes de uno de sus progenitores.

Mendel es considerado el padre de la genética y descubrió los principios básicos de la transferencia de factores hereditarios de padres a hijos, donde se estableció que los cromosomas son los principales portadores de la información hereditaria y que los genes que representan los factores hereditarios, están alineados en cromosomas. El origen de las variaciones en la herencia se explica por la existencia de ciertos cambios (mutaciones) en el texto genético.

Pero, además, en aquellos individuos que se reproducen sexualmente se puede considerar el proceso por el cual las características de los organismos se mezclan al combinar su ADN (cruce). Este proceso es la fuente de inspiración de los algoritmos genéticos y, en consecuencia, su idea básica es imitar lo que hace la naturaleza. Por esta razón, estos algoritmos utilizan un vocabulario tomado de la genética.

3.2.2. Algoritmos genéticos

El algoritmo genético es un método adaptativo, que generalmente se usan en problemas de búsqueda y optimización de parámetros, que se basan en la reproducción sexual y en el principio de supervivencia del más apto. (Fogel, 2010).

Si nos basáramos en la teoría de la evolución de Darwin diríamos que el algoritmo genético es una técnica de búsqueda. En esta parte del marco teórico hablaremos acerca de los algoritmos genéticos, proporcionando información general y explicando cómo se usan para la optimización de modelos de simulación.

A. Definición

Koza, J. (1992) propuso una definición bastante completa de un algoritmo genético y se le considera padre de la programación genética, y hace referencia que: es 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 al modelo de las cadenas de cromosomas, y se les asocia con una cierta función matemática que refleja su aptitud.

Darwin (1859) los Algoritmos Genéticos (AGs) son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza de acorde con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes. Por imitación de este proceso, los AGs son capaces de ir

creando soluciones para problemas del mundo real. La evolución de dichas soluciones hacia valores óptimos del problema depende en buena medida de una adecuada codificación de las mismas.

Para solucionar un problema se parte de un conjunto inicial, de individuos, llamados población, que serán generados de manera aleatoria, y cada uno de estos individuos representa una posible solución, y estos individuos evolucionaran tomando como base los esquemas de selección natural propuestos por Darwin, y cada generación se adaptara a mayor medida a la solución requerida. (Darwin, 2007)

B. Problemática

Según Reeves, C. (1993). en la naturaleza los individuos de una población compiten entre sí en la búsqueda de recursos tales como comida, agua y refugio. Incluso los miembros de una misma especie compiten a menudo en la búsqueda de un compañero. Aquellos individuos que tienen más éxito en sobrevivir y en atraer compañeros tienen mayor probabilidad de generar un gran número de descendientes. Por el contrario, individuos poco dotados producirán un menor número de descendientes. Esto significa que los genes de los individuos mejor adaptados se propagarán en sucesivas generaciones hacia un número de individuos creciente. La combinación de buenas características provenientes de diferentes ancestros, puede a veces producir descendientes superindividuos, cuya adaptación es mucho mayor que la de cualquiera de sus ancestros. De esta manera, las especies evolucionan logrando unas características cada vez mejor adaptadas al entorno en el que viven.

Goldberg D.E. (1989) los Algoritmos Genéticos usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una

solución factible a un problema dado. A cada individuo se le asigna un valor o puntuación, relacionado con la bondad de dicha solución. En la naturaleza esto equivaldría al grado de efectividad de un organismo para competir por unos determinados recursos. Cuanto mayor sea la adaptación de un individuo al problema, mayor será la probabilidad de que el mismo sea seleccionado para reproducirse, cruzando su material genético con otro individuo seleccionado de igual forma.

C. ¿Cuándo usar un algoritmo genético?

Ochoa, I. (2013) los problemas de optimización son solucionados mediante la aplicación de algoritmos genéticos en el cual los resultados son muy confiables y eficientes. Pero no siempre los problemas pueden ser apropiados para la técnica, por tal razón tomar en cuenta las características que a continuación se muestran antes de usarlas.

- Su espacio de búsqueda debe estar delimitado dentro de un cierto rango.
- Debe poderse definir una función objetivo de nuestro problema de optimización que nos indique qué tan buena o mala es una cierta respuesta.
- Las soluciones deben codificarse de una forma que resulte relativamente fácil de implementar en la computadora.

Una característica que debe tener la función objetivo es que tiene que ser capaz de sancionar a las malas soluciones, y de retribuir a las buenas, de forma que sean estas últimas las que trasciendan con mayor rapidez. La codificación más común de las soluciones es a través de cadenas binarias, aunque se han utilizado también números reales y letras.

D. Funcionamiento de un algoritmo genético

La representación de un algoritmo genético simple se muestra en el siguiente segmento de pseudo-código.

```
generar población inicial, G(0);
evaluar G(0);
t:=0;
repetir
    t:=t+1;
    generar G(t) usando G(t-1);
    evaluar G(t);
hasta encontrar una solución;
```

Figura 04: Pseudo código - AG (Carlos A., 1995)

La población inicial se genera aleatoriamente siendo esta el punto de partida que estará constituida por un conjunto de cromosomas, o cadenas de caracteres que en la práctica suelen usarse cadenas binarias para representar a los cromosomas, por lo que suelen implementarse como cadenas de bits (usando el tipo booleano), pero también puede recurrirse al uso de las letras y/ o números naturales que representan las soluciones posibles del problema. A cada uno de los cromosomas de esta población se le aplicará la función de aptitud a fin de saber qué tan buena es la solución que está codificando. Sabiendo la aptitud de cada cromosoma, se procede a la selección de los que se cruzarán en la siguiente generación.

E. Contexto de un algoritmo genético

La idea básica es generar un conjunto de datos con algunas de las posibles soluciones, cada una va a ser llamada individuo, y a dicho conjunto se le denominará población. Un individuo se entiende como una solución posible al problema que puede representarse mediante una cadena de cromosomas. Se denomina cromosoma a cada una de las cadenas de ADN que se encuentran en el núcleo de las células y son responsables de

la transmisión de información genética. Un gen es fundamentalmente una unidad de herencia, una sección de ADN que codifica una cierta función bioquímica.

F. Anatomía de un algoritmo genético

Cuando las personas se enfrentaron con problemas que no podían ser solucionados por métodos matemáticos o analíticos, y que la única forma de resolverlos era a través de prueba y error dirigido, es decir, probar dónde se crea que va a mejorar el resultado, se dieron cuenta de que este proceso era similar al proceso que seguía la naturaleza, así que se intentó copiar su manera de operar y se crearon los algoritmos genéticos que imitan el proceso evolutivo de la naturaleza.

Whitley (1997) Propuso que un algoritmo genético está compuesto por:

- Módulo evolutivo: presenta un mecanismo de decodificación que se encarga de interpretar la información de un individuo y una función de evaluación que mide la calidad del mismo.
- Módulo poblacional: posee una representación poblacional y las técnicas necesarias para poder manipularla como son la técnica de representación, el criterio de selección y de reemplazo. Aquí también se define el tamaño de la población y la condición de terminación.
- Módulo reproductivo: contiene los operadores genéticos.

G. Algoritmo principal

Los Algoritmos Genéticos presentan diferentes variaciones, dependiendo como van trabajando los operadores genéticos se realiza la selección siendo su punto de partida una población de individuos que representa una posible solución al problema que se quiere resolver. El funcionamiento genérico de un Algoritmo Genético se ve en el siguiente pseudocódigo:

```
Inicializar población actual aleatoriamente

MIENTRAS no se cumpla el criterio de terminación
  crear población temporal vacía

  MIENTRAS población temporal no llena
    seleccionar padres
    cruzar padres con probabilidad Pc
    SI se ha producido el cruce
      mutar| uno de los descendientes con probabilidad Pm
      evaluar descendientes
      añadir descendientes a la población temporal
    SINO
      añadir padres a la población temporal
    FIN SI
  FIN MIENTRAS

  aumentar contador generaciones
  establecer como nueva población actual la población temporal

FIN MIENTRAS
```

Figura 05: Pseudo-código - algoritmo principal (Gestal M, 2010)

Existen 2 tipos de operadores de reproducción:

Cruce: es cuando se genera descendencia a través de un mismo número de individuos (generalmente 2), es una reproducción de tipo sexual.

Copia: es cuando un número determinado de individuos pasa sin sufrir ninguna variación directamente a la siguiente generación, es una reproducción de tipo asexual.

H. Operadores genéticos

Cuando se quiera hacer el paso de una generación a otra se aplican diferentes operadores genéticos, los que más se usan son los operadores de selección, cruce, copia y mutación. Y si no se trabaja con una población intermedia temporal se usan

también los algoritmos de reemplazo. A continuación, se explicará con mayor detalle.

a. Selección

Los algoritmos de selección escogen a aquellos individuos que disponen de oportunidades para que se reproduzcan y cuáles no. Se le otorga más oportunidades de reproducción a los individuos más aptos, ya que estos tratan de imitar lo que sucede en la naturaleza. A continuación, se detallará los métodos.

- Selección por ruleta

Blickle y Thiele, (1995). A cada uno de los individuos de la población se le asigna una parte proporcional a su ajuste de una ruleta, de tal forma que la suma de todos los porcentajes sea la unidad. Los mejores individuos recibirán una porción de la ruleta mayor que la recibida por los peores. Generalmente la población esta ordenada en base al ajuste por lo que las porciones más grandes se encuentran al inicio de la ruleta. Para seleccionar un individuo basta con generar un número aleatorio del intervalo $[0..1]$ y devolver el individuo situado en esa posición de la ruleta.

- Selección por torneo

Este método realiza la selección en base a comparaciones directas entre individuos. Se encuentran dos versiones de selección por torneo:

- **Determinística:** se selecciona al azar un numero n de individuos, generalmente el valor q se le asigna a n es dos ($n=2$), seleccionando así al más apto para que pase a la siguiente generación.
- **Probabilística:** esta es diferente porque solo pasa el ganador del torneo. En vez de escoger siempre el mejor se genera un número aleatorio del intervalo $[0..1]$, si es mayor que un parámetro n (fijado para todo

el proceso evolutivo) se escoge el individuo más alto y en caso contrario el menos apto. Generalmente p toma valores en el rango $0,5 < p \leq 1$.

Variando el número de individuos que participan en cada torneo se puede modificar la presión de selección. Mientras el número de individuos en cada torneo es alto, es mayor la presión de la elección y pues los menos aptos tienen probabilidades casi nulas de reproducirse.

Si se opta por un método con una alta presión de selección se centra la búsqueda de las soluciones en un entorno próximo a las mejores soluciones actuales. Por el contrario, optando por una presión de selección menor se deja el camino abierto para la exploración de nuevas regiones del espacio de búsqueda.

b. Cruce

Ya teniendo seleccionado a los individuos, serán nuevamente combinados para producir la descendencia que se insertara en la siguiente generación. Como se indicó anteriormente el cruce es una estrategia de reproducción sexual. En lo que se centra el cruce es que si se toman dos individuos correctamente adaptados al medio y se obtiene una descendencia que comparta genes de ambos, existe la posibilidad de que los genes heredados sean precisamente los causantes de la bondad de los padres.

Al compartir las características buenas de dos individuos, la descendencia, o al menos parte de ella, debería tener una bondad mayor que cada uno de los padres por separado.

Si el cruce no agrupa las mejores características en uno de los hijos y la descendencia tiene un peor ajuste que los padres no significan que se esté dando un paso atrás. Optando por una estrategia de cruce no destructiva garantizamos que pasen a la siguiente generación los mejores individuos.

Existen muchos algoritmos de cruce y a continuación se detallarán los más empleados.

- **Cruce de 1 punto**

Es la técnica más sencilla de cruce. Una vez que se seleccionan dos individuos se cortan sus cromosomas por un punto seleccionado aleatoriamente para generar dos segmentos diferenciados en cada uno de ellos: la cabeza y la cola. Se intercambian las colas entre los dos individuos para generar los nuevos descendientes. Así es como ambos descendientes heredan información genética de los padres.

- **Cruce de 2 puntos**

Es una generalización del cruce de 1 punto. En este cruce los cromosomas de los padres no son solo cortados por un punto como en el caso anterior sino más bien se realizan dos cortes. Deberá tenerse en cuenta que ninguno de estos puntos de corte coincida con el extremo de los cromosomas para garantizar que se originen tres segmentos. Para generar la descendencia se escoge el segmento central de uno de los padres y los segmentos laterales del otro padre.

- **Cruce uniforme**

El este punto cualquier gen de la descendencia tiene las mismas probabilidades de pertenecer a uno u otro padre. Se podría implementar de muy diversas formas, la técnica implica la generación de una máscara de cruce con valores binarios. Si en una de las posiciones de la máscara hay un 1, el gen situado en esa posición en uno de los descendientes se copia del primer padre. Si por el contrario hay un 0 el gen se copia del segundo padre. Para producir el segundo descendiente se intercambian los papeles de los padres, o bien se intercambia la interpretación de los unos y los ceros de la máscara de cruce.

3.3. MARCO METODOLÓGICO

En esta parte del proyecto se presenta la metodología que permitió desarrollar el presente proyecto, se muestran aspectos como el tipo de técnica y los procedimientos que fueron utilizados.

La metodología para la gestión de proyectos informáticos comúnmente es la del PMI con la guía del PMBOK y para el desarrollo de estos el RUP acompañado del lenguaje unificado de modelado UML. En nuestro caso, si bien desarrollamos una aplicación de software, la metodología que nos permitirá solucionar los problemas planteados será aquella que nos permita buscar entre todas las soluciones posibles el más óptimo.

En base al marco teórico descrito anteriormente, podemos considerar a los algoritmos genéticos una metodología de búsqueda y optimización. Además, también podemos considerarlo como un modelo de computación evolutiva.

3.3.1. Técnicas de búsqueda y optimización

Dentro de esta categoría, los algoritmos genéticos al igual que otras técnicas como la búsqueda tabú, algoritmos miméticos y recorrido simulado, nos permiten buscar soluciones óptimas dentro de un grupo de soluciones, puesto que todas las respuestas obtenidas serían factibles o aplicables, pero se centrarían en seleccionar al más óptimo.

Estas técnicas son llamadas no tradicionales, ya que no recorren todo el espacio de búsqueda, por lo cual no encuentran todas las soluciones posibles, esto no quita su eficiencia ante otras técnicas.

En sí su lógica se basa en acotar el espacio de búsqueda para encontrar soluciones con métodos más precisos, siguiendo rastros o modelos que puedan definir una solución.

En contraposición con las técnicas no tradicionales, están las tradicionales, el éxito de estas depende de la cantidad de variables con que se pueda implementar la solución, si en caso se les asigna

un número elevado de variables estas no llegarían a una solución óptima o en todo caso no llegarían siquiera a una solución.

3.3.2. Computación evolutiva

Los algoritmos genéticos al estar basados en la teoría de la Evolución implementan métodos y procedimientos biológicos que, llevados a una aplicación para la obtención de soluciones óptimas, nos permite acercarnos a resultados aceptables que difícilmente se podrían conseguir con otra metodología.

La idea básica en la computación evolutiva consiste en resolver problemas de optimización utilizando las mismas estrategias que utiliza la naturaleza a través de mecanismos de evolución. Entre los procesos presentes en la evolución y que actualmente son usados en distintos campos de la computación evolutiva encontramos:

Reproducción: transmisión del material genético del progenitor a los descendientes en forma sexual o asexual.

Mutación: permite la variabilidad de la especie, se introduce intencionalmente errores en forma aleatoria durante el proceso de transmisión del material genético.

Competición: consiste en la lucha por recursos finitos por parte de una población en constante aumento.

Selección: es el resultado de la competencia entre especies.

Dependiendo de dónde se obtengan los modelos de computación evolutiva, tenemos: Programación Genética, Programación Evolucionaria, Estrategias de Evolución y Algoritmos Genéticos. Así mismo podemos definir a la Computación Evolutiva como uno de tipo de Sistema Inteligente que hace uso de Inteligencia Artificial para lograr su objetivo.

3.3.3. Proceso evolutivo del algoritmo genético

A continuación, explicaremos en forma general cuales son los procedimientos que utiliza el algoritmo genético para encontrar una solución óptima.

- Antes de empezar con el procedimiento evolutivo del algoritmo, primero se define un individuo (solución a un problema), este es representado como un cromosoma, que a su vez son representados como un grupo de genes los cuales tienen información codificada del individuo.
- Una vez definido el individuo, se determina la población la cual requiere que se establezcan los criterios de selección que harán que las generaciones siguientes cumplan las restricciones definidas mencionadas en el problema.
- La implementación del proceso de selección o *fitness* garantiza que de cada generación de individuos se escojan los mejores representantes para tratar de preservar la información genética más valiosa y así producir mejores hijos. Se entiende por *fitness* la función de aptitud, que es el parámetro que evalúa una solución y permite que el algoritmo genético eleve su rendimiento al mejorar la aptitud de los cromosomas conforme avanza el proceso.
- Seguidamente con estos resultados, pasamos los cromosomas por un proceso de mutación, esta consiste en cambiar de forma aleatoria la información contenida en un gen, generando un cambio en el individuo que al pasar por el *fitness* podría beneficiar la búsqueda de las características ideales de la solución.

En el proceso de selección de los mejores individuos es importante la clara definición de las restricciones, estas en conjunto formarán base para el *fitness* y será ésta la última quien decida que individuo es apto para representar una solución. Este proceso es iterativo ya que, en caso de no encontrar un individuo adecuado, el proceso de mutación y selección intervienen nuevamente para la generación de nuevo material genético.

De esta manera, el comportamiento de un algoritmo genético, en base a sus procedimientos y funciones logra repetitivamente obtener resultados que en caso de no ser los mejores, son muy cercanos al óptimo.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

4.1. MODELAMIENTO

4.1.1. Modelo del negocio

El modelo del negocio nos permite comprender cuales son los procesos clave en la generación de horarios, además de observar quienes son los responsables implicados en este proceso y esencialmente entender que se desea automatizar y optimizar.

A. Diagrama de casos de uso del negocio

El diagrama de casos de uso del negocio tiene como objetivo mostrarnos cuales son los procesos del negocio que permitirán la elaboración de horarios académicos, este proceso es llevado manualmente, y en el diagrama se puede ver que es realizado por el Asistente Administrativo.

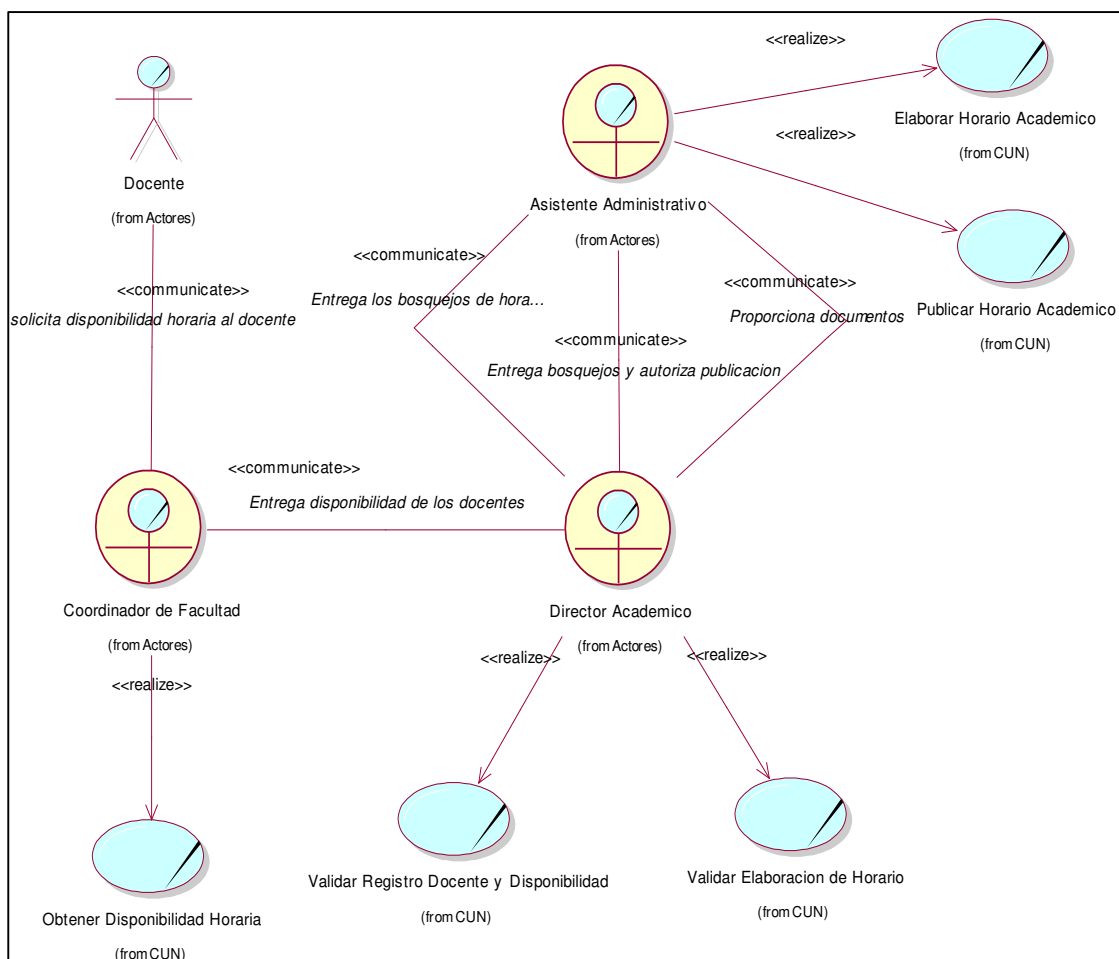


Figura 06: Diagrama de casos de uso del negocio

B. Diagrama de actividades

Los diagramas de actividades nos permiten expresar con precisión las tareas que realizan los distintos actores, a continuación, se presentara los diagramas de actividades de cada uno de los casos de uso del negocio.

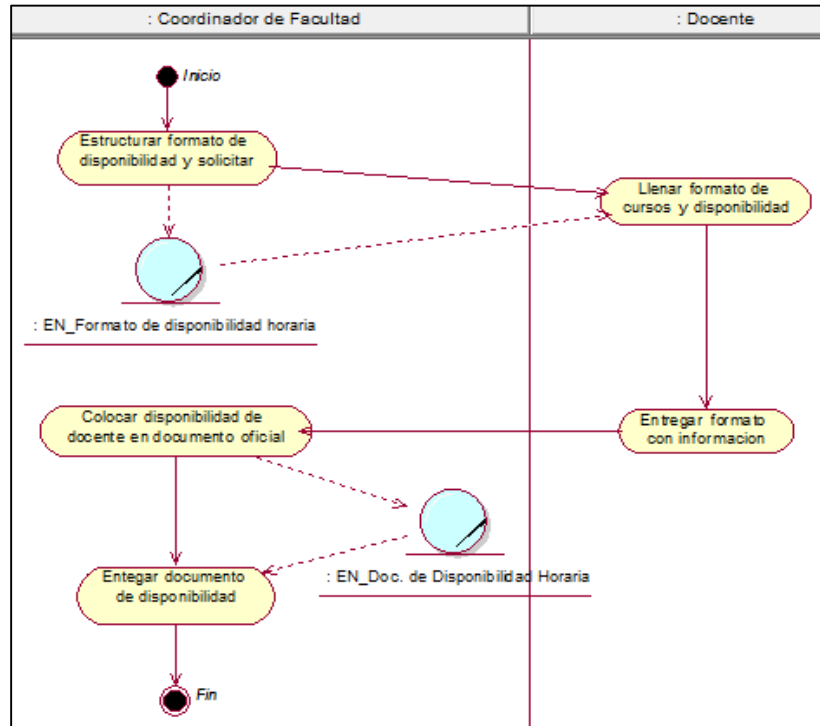


Figura 07: Diagrama de actividad "obtener disponibilidad horaria"

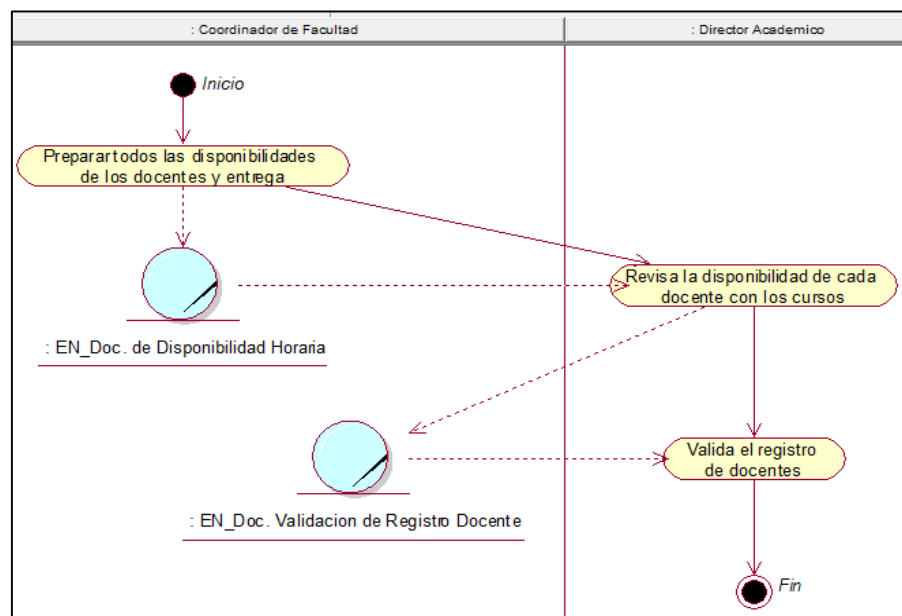


Figura 08: Diagrama de actividad "validar registro docente-disponibilidad"

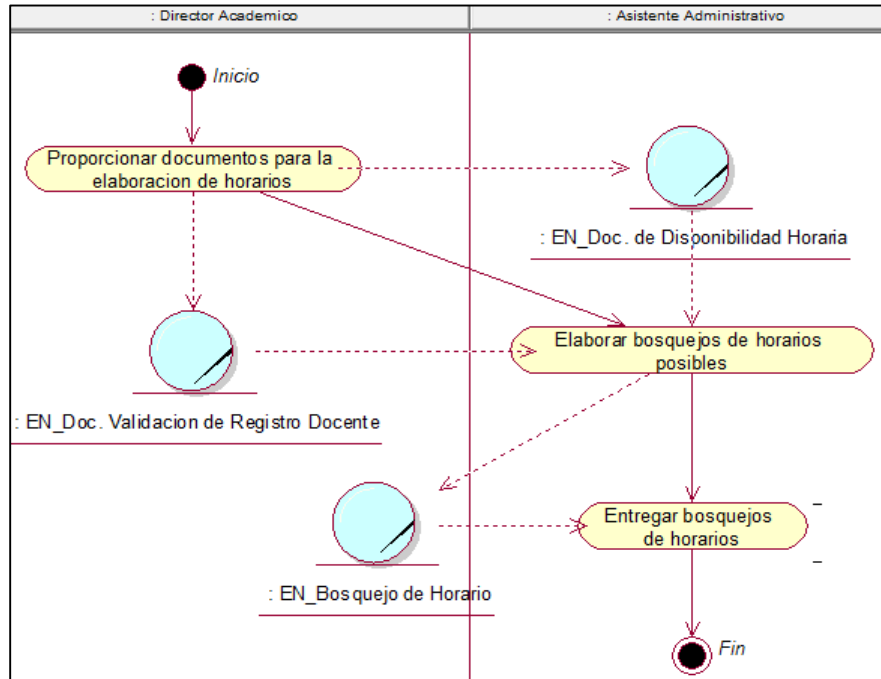


Figura 09: Diagrama de actividad "elaborar horario académico"

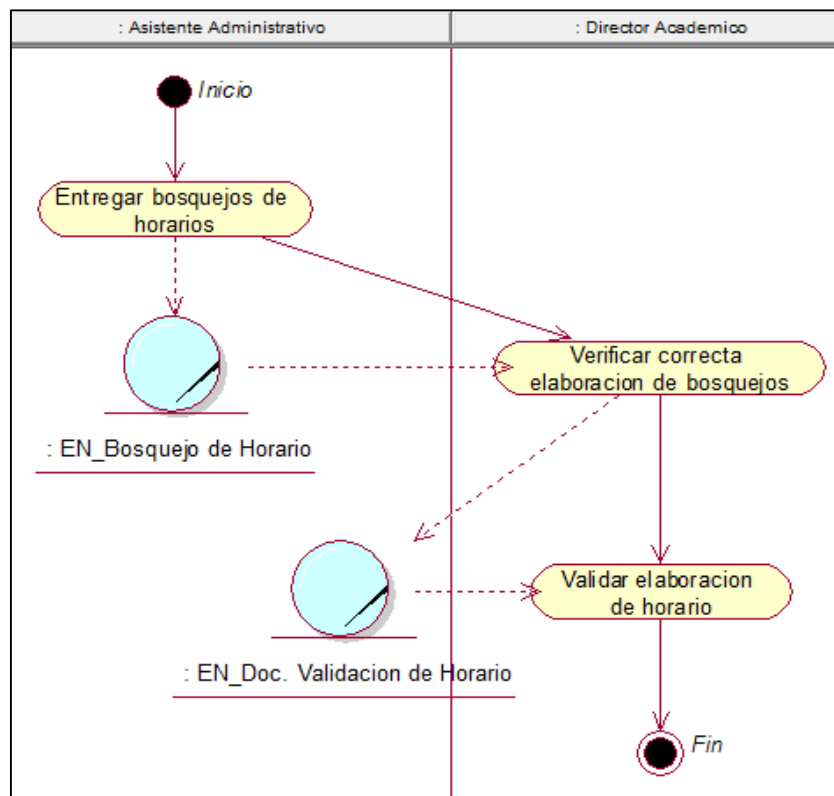


Figura 10: Diagrama de actividad "validar elaboración de horario"

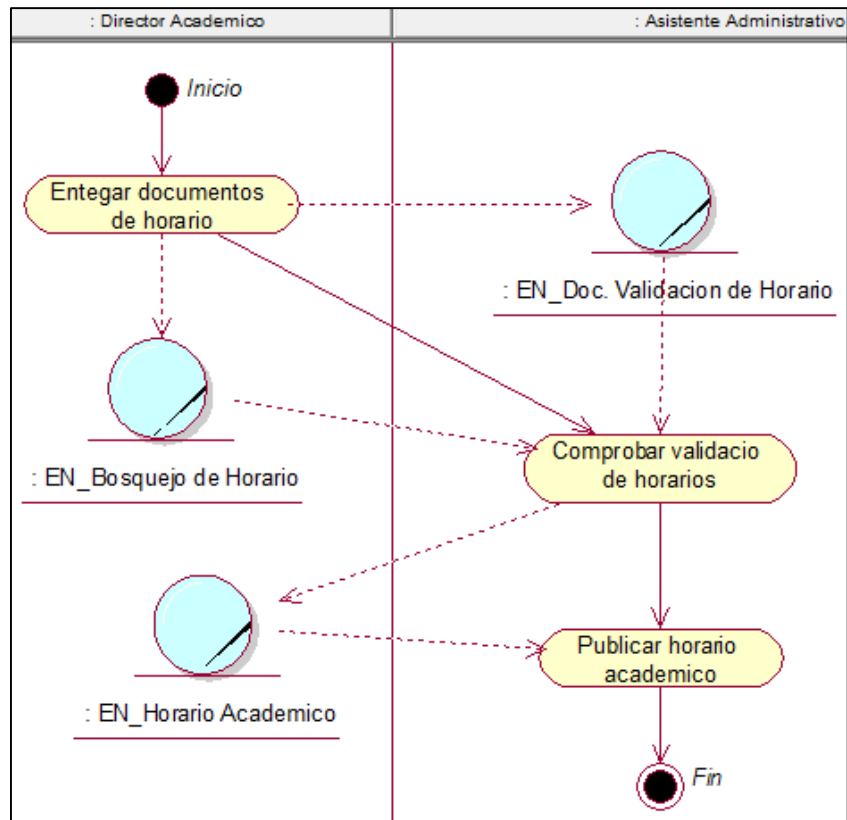


Figura 11: Diagrama de actividad "publicar horario académico"

4.1.2. Modelo del sistema

El análisis es llevado a cabo para poder definir un modelo del sistema el cual nos dará una visión de las necesidades que deberán ser satisfechas con el desarrollo de la aplicación.

A. Diagrama de casos de uso del sistema

El diagrama de casos de uso del sistema nos permite identificar y establecer los diversos requisitos funcionales que se espera de la aplicación así también como interactúa este con su entorno.

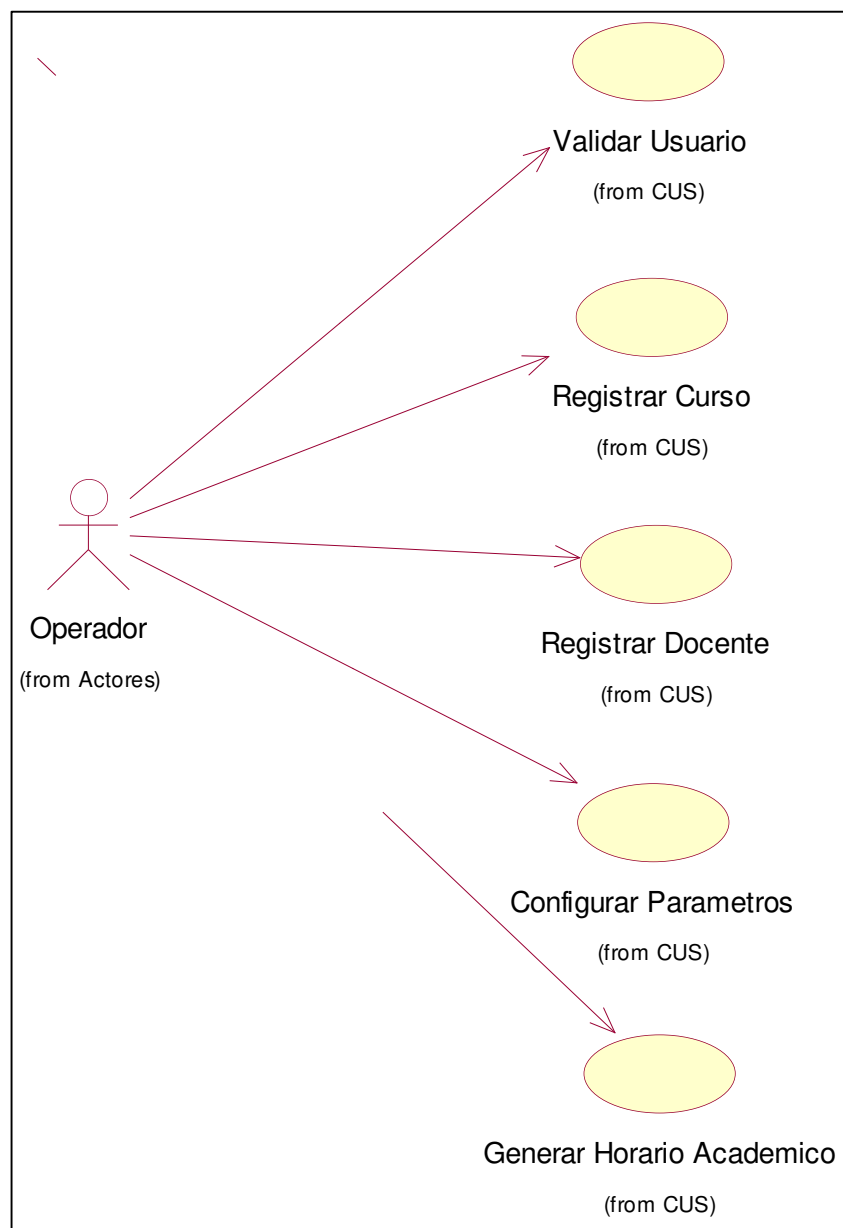


Figura 12: Diagrama de casos de uso del sistema

B. Especificación de casos de uso y diagrama de secuencia

La especificación de los casos de uso nos permitirá expresar las necesidades de los usuarios con el sistema, seguidamente se mostrará el diagrama de secuencia que nos indicará como los usuarios se comunican con el sistema y como este, mediante intercambio de mensajes, responde de distintas maneras para llevar a cabo la funcionalidad descrita.

Tabla 03: Análisis caso de uso “validar ingreso”

No	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Caso de Uso	Validar Ingreso
2	Objetivos	Comprobar si el usuario solicitante tiene acceso al sistema.
3	Actores	Usuario A: Operador
4	Precondición	Contar con privilegios de usuario y una contraseña
5	Flujo Básico	
	1	El Usuario selecciona la opción “Ingresar al sistema”
	2	El sistema muestra la pantalla de “Identificación de Usuario” solicitándole un nombre de usuario y contraseña.
	3	El Usuario ingresa su nombre de usuario y su contraseña.
	4	El Usuario selecciona la opción “Ingresar”.
	5	El sistema acepta como correcta las credenciales ingresadas.
	6	El sistema muestra la pantalla de “Menú principal”.
	7	El caso de uso termina.
6	Flujo Alternativo	
	1	Si en el punto 4, el usuario selecciona la opción ‘Cancelar’, el sistema se cierra la pantalla de ‘identificación de Usuario
	2	Si en el punto 5, el usuario ingresa un nombre de usuario incorrecto, el sistema indicará que el usuario ingresado no corresponde al usuario esperado, muestra un mensaje de validación, y selecciona ‘Aceptar’, y continúa con el paso 2.
	Post-Condición	No aplica.

A través de este Caso de Uso – Validar Ingreso, se procederá a comprobar si el usuario solicitante tiene acceso o no al sistema. El caso de uso termina cuando el usuario es permitido ingresar al sistema.

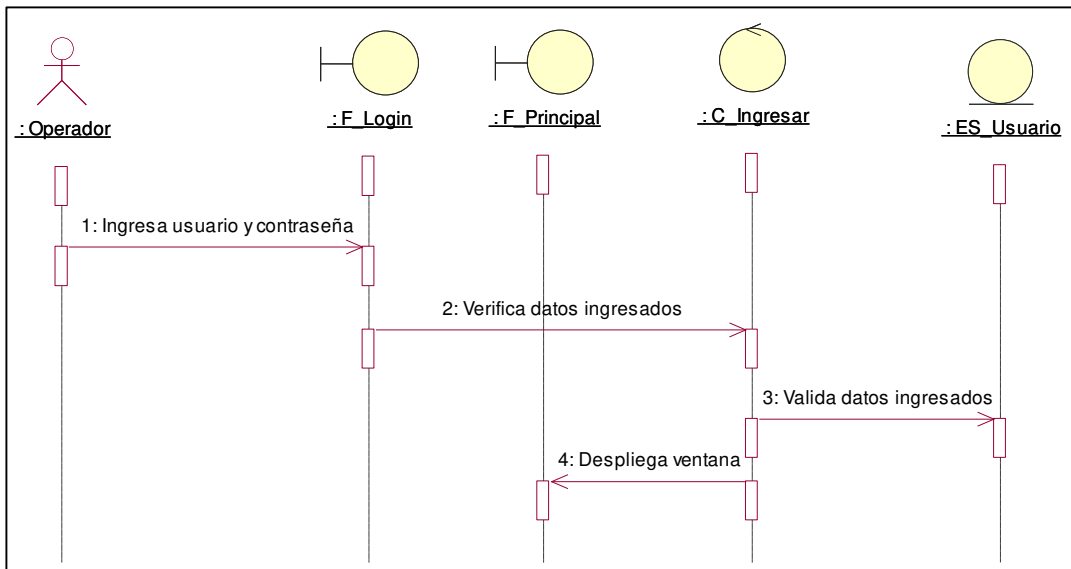


Figura 13: Diagrama de secuencia “validar ingreso”

Tabla 04: Análisis caso de uso “registrar curso”

No	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Caso de Uso	Registrar Curso
2	Objetivos	Almacenar toda la información de los cursos dictados en la universidad.
3	Actores	Usuario A: Operador
4	Precondición	Contar con privilegios de usuario y una contraseña en el sistema
5	Flujo Básico	
	1	El Usuario selecciona la opción “Procesos” del menú y luego la opción “Registrar Curso”.
	2	El sistema muestra la pantalla de “Registro de Curso”.
	3	El Usuario selecciona la carrera a la cual se le asignaran los cursos.
	4	El sistema muestra un listado de ciclos.
	5	El Usuario selecciona un ciclo.
	6	El sistema muestra los campos disponibles para el llenado del curso.
	7	El Usuario ingresa los datos del curso y selecciona la opción “Crear”.
	8	El sistema muestra un mensaje de validación con el curso creado e indica la opción de “Crear otro Curso para este ciclo”.
	9	El Usuario selecciona la opción “Salir”.
	10	El sistema muestra la pantalla de “Menú principal”.
	11	El caso de uso termina
6	Flujo Alternativo	
	1	Si en el punto 7, el usuario selecciona la opción ‘Cancelar’, el sistema cierra la pantalla de ‘Registro de Curso’.
	2	Si en el punto 8, el usuario selecciona la opción “Crear otro Curso para este ciclo”, continúa con el paso 6.
	Post-Condición	No aplica.

A través, de este caso de uso – registrar curso, se procederá a almacenar toda la información de los cursos dictados en la universidad, junto con la cantidad de horas semanales para dicho curso. El caso de uso termina cuando el Usuario graba toda la información de cada curso en el sistema.

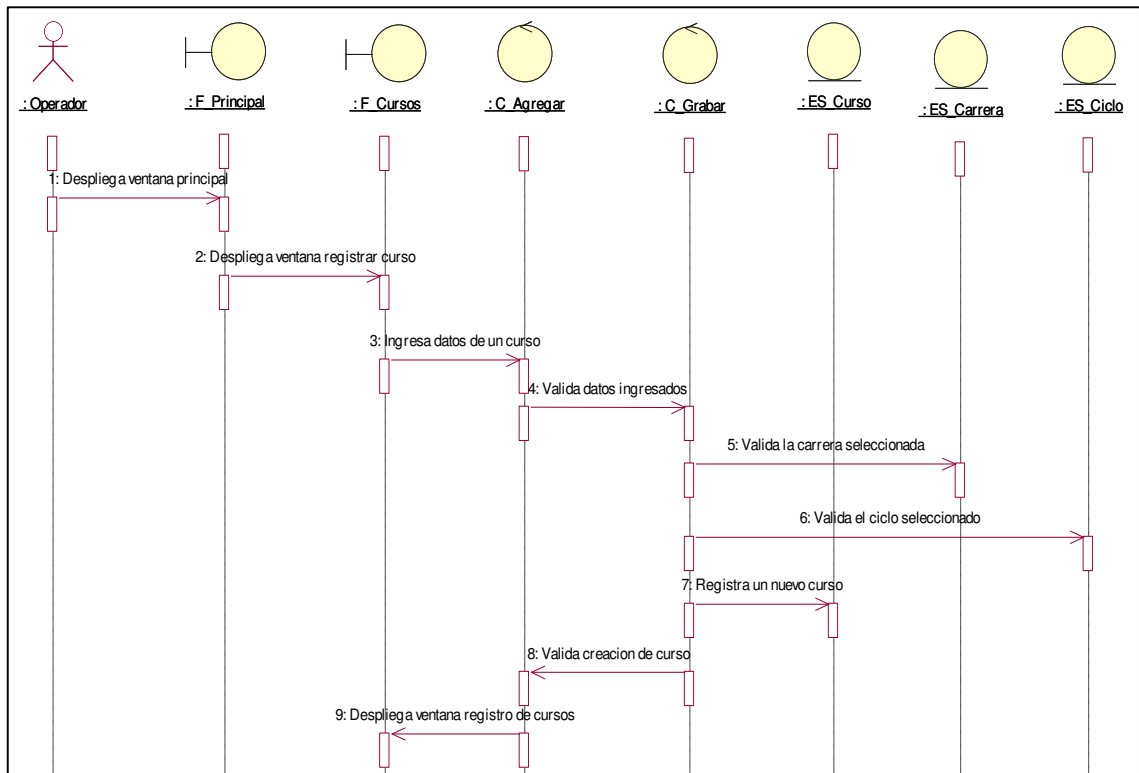


Figura 14: Diagrama de secuencia "registro curso"

Tabla 05: Análisis caso de uso “registrar docente”

No	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Caso de Uso	Registrar Docente
2	Objetivos	Almacenar toda la información de los docentes que laboran en la universidad.
3	Actores	Usuario A: Operador
4	Precondición	Contar con privilegios de usuario y una contraseña en el sistema
5	Flujo Básico	
	1	El Usuario selecciona la opción “Procesos” del menú y luego la opción “Registrar Docente”.
	2	El sistema muestra un campo de “Búsqueda Docente” y un formulario llamado “Registro de Docente”.
	3	El Usuario ingresa toda la información del docente para su registro.
	4	El sistema muestra un listado de cursos los cuales se le puede asignar al docente.
	5	El Usuario selecciona todos los cursos los cuales el docente puede dictar y selecciona la opción “Crear”.
	6	El sistema muestra un mensaje de validación con el docente creado.
	7	El Usuario selecciona la opción “Salir”.
	8	El sistema muestra la pantalla de “Menú principal”.
	9	El caso de uso termina
6	Flujo Alternativo	
	1	Si en el punto 2, el Usuario ingresa el apellido de un docente en el campo “Búsqueda de Docente” y selecciona “Buscar”, el sistema devuelve un listado de los docentes ya registrados en el sistema. El Usuario verifica si su disponibilidad anterior se mantiene o cambia, en caso se mantenga selecciona la opción “Reasignar” y en caso cambia selecciona la opción “Actualizar”, continua con el paso 2.
	2	Si en el punto 4, el Usuario no le asigna cursos al docente el sistema muestra un mensaje de validación indicándole que no es posible la creación del docente, continúa con el paso 4 y si da en cancelar continúa con el paso 8.
	Post-Condición	No aplica.

A través de este caso de uso – registrar docente, se procederá a almacenar toda la información de los docentes, junto con su disponibilidad horaria y asociado a un curso. El caso de uso termina cuando el usuario graba toda la información de cada docente en el sistema.

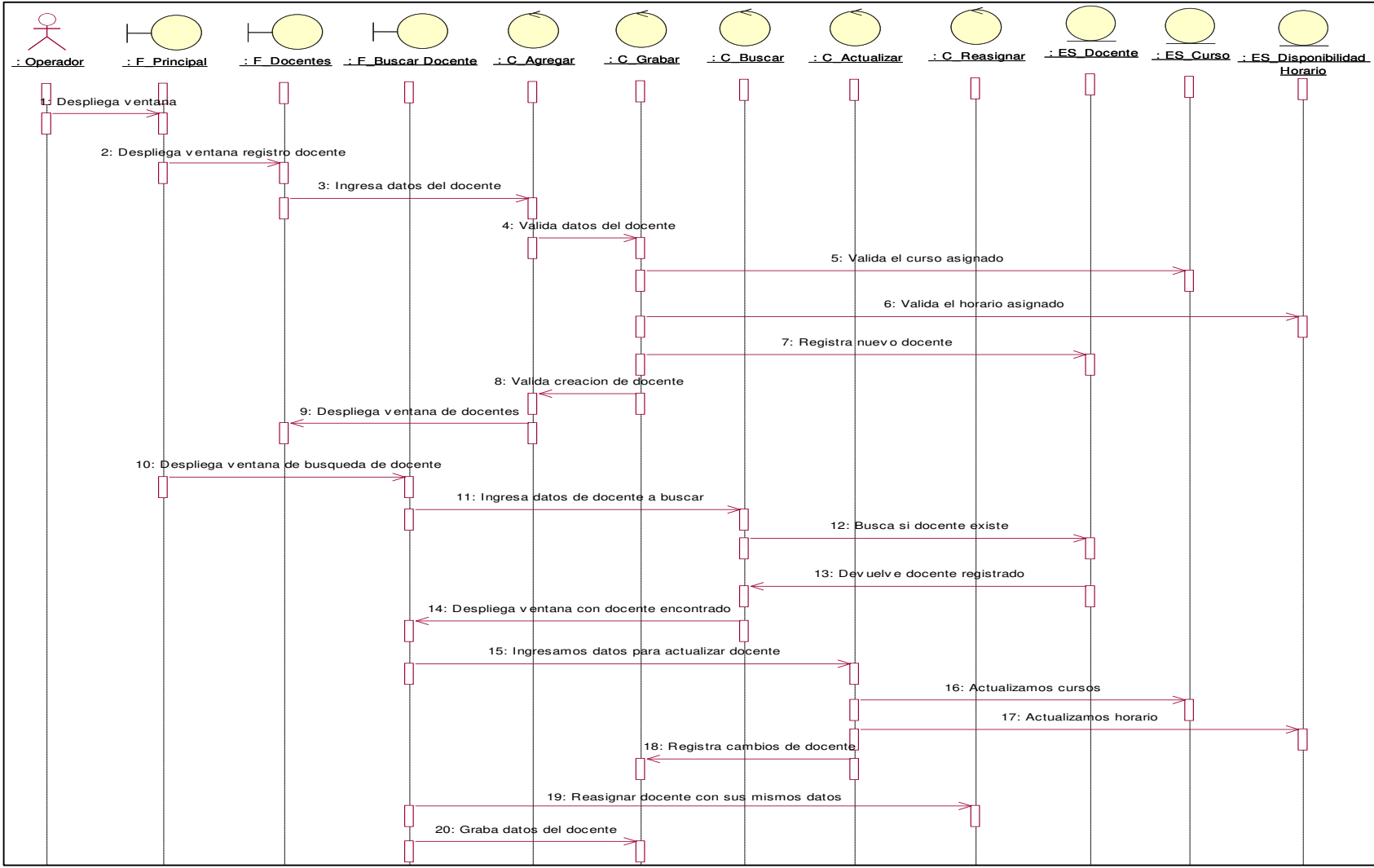


Figura 15: Diagrama de secuencia "registro docente"

Tabla 06: Análisis caso de uso “configurar parámetros”

No	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Caso de Uso	Configurar parámetros
2	Objetivos	Proporcionar los valores necesarios para el funcionamiento del algoritmo genético.
3	Actores	Usuario A: Operador
4	Precondición	Contar con privilegios de usuario.
5	Flujo Básico	
	1	El Usuario selecciona la opción “Procesos” del menú y luego la opción “Configurar Parámetros”.
	2	El sistema muestra la pantalla de “Configuración de Parámetros”.
	3	El Usuario ingresa los valores para cada parámetro de configuración los cuales son el tamaño de la población y el número de generaciones.
	4	El sistema muestra los valores ingresados.
	5	El Usuario selecciona la opción “Guardar”.
	6	El sistema valida los valores ingresados.
	7	El sistema graba los valores ingresados asociados a cada parámetro y muestra un mensaje de información.
	8	El Usuario acepta el mensaje de información.
	9	El Usuario selecciona la opción “Salir”.
	10	El sistema cierra la pantalla de “Configuración de Parámetros”.
	11	El caso de uso termina
6	Flujo Alternativo	
	1	Si en el punto 5, el Usuario no ingresa el tamaño de población o no ingresa cantidad de generaciones, el sistema muestra mensaje de validación, selecciona la opción aceptar, el sistema cierra el mensaje, continua con el paso 3.
	2	Si en el punto 6, el Usuario ingresa un tamaño incorrecto para la población o ingresa la cantidad incorrecta de generaciones, el sistema muestra mensaje de validación, selecciona la opción aceptar, el sistema cierra el mensaje, continua con el paso 3.
	Post-Condición	No aplica.

A través de este caso de uso – configurar parámetros, se procederá a proporcionar los valores necesarios para el funcionamiento del algoritmo genético. El caso de uso termina cuando se guardan los valores correspondientes a cada uno de los parámetros.

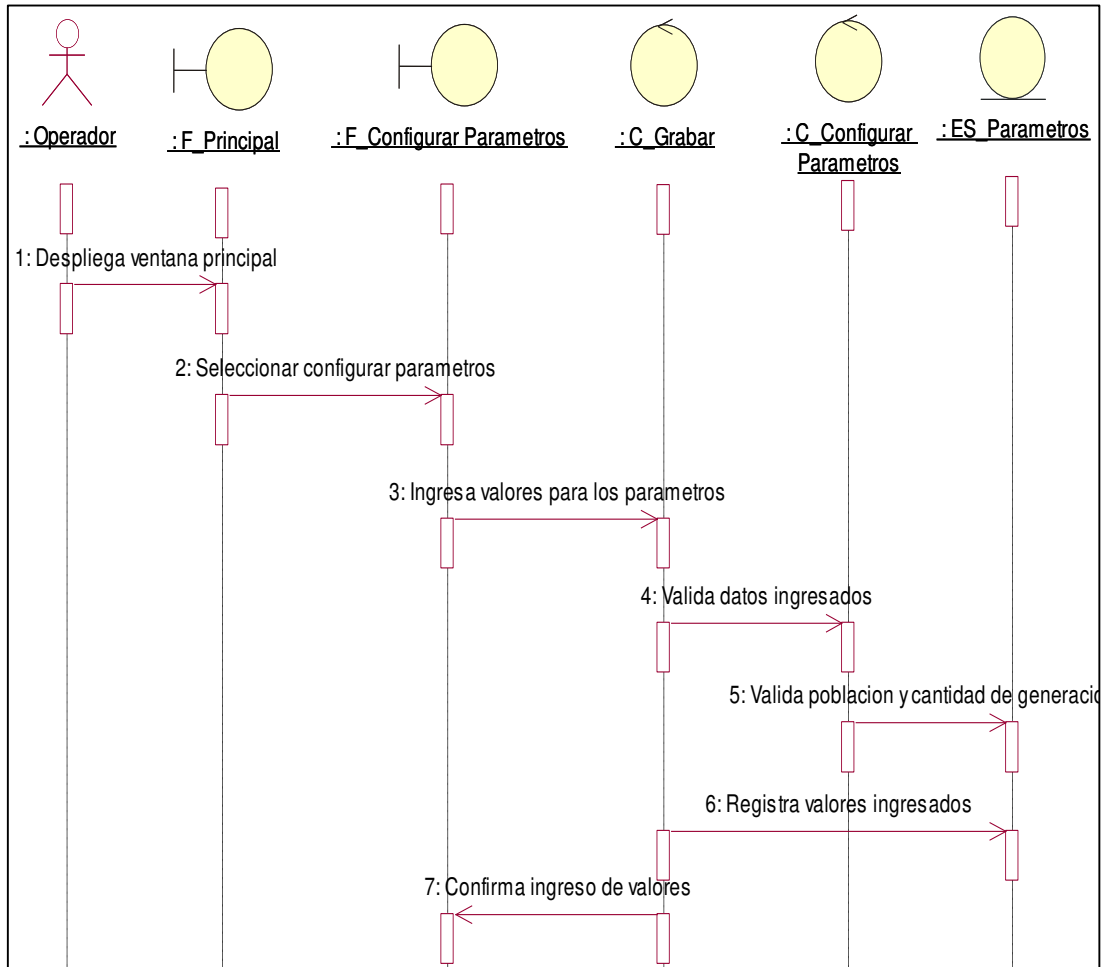


Figura 16: Diagrama de secuencia "configurar parámetros"

Tabla 07: Análisis caso de uso “generar horario académico”

No	ÍTEM	DESCRIPCIÓN
1	Caso de Uso	Generar horario Académico
2	Objetivos	Generar el Horario Académico, según los parámetros ingresados.
3	Actores	Usuario A: Operador
4	Precondición	Contar con los datos necesarios para la generación de horarios
5	Flujo Básico	
	1	El Usuario selecciona la opción “Procesos” del menú y luego la opción “Generar Horario Académico”
	2	El sistema muestra la pantalla de “Generar Horario Académico”.
	3	El Usuario selecciona para que carrera desea generar el horario
	4	El sistema muestra un listado de ciclos
	5	El Usuario selecciona un ciclo
	6	El sistema muestra un listado opcional de turnos
	7	El Usuario selecciona la opción “Generar Horario”
	8	El sistema ejecuta el procedimiento del algoritmo genético
	9	El sistema muestra los horarios académicos para el ciclo seleccionado
	10	El Usuario visualiza el horario académico generado y selecciona la opción “Validar Horario”.
	11	El sistema graba los horarios académicos y muestra un mensaje de información
	12	El Usuario acepta el mensaje de información.
	13	El Usuario selecciona la opción “Salir”.
	14	El sistema cierra la pantalla de “Generar Horario Académico”
	15	El caso de uso termina
6	Flujo Alternativo	
	1	Si en el punto 7, el Usuario selecciona la opción CANCELAR, continua con el paso 2
	2	Si en el punto 10, el Usuario selecciona la opción CANCELAR, continua con el paso 7
	Post-Condición	No aplica.

A través de este caso de uso – generar horario académico, se procederá a generar un horario académico. El caso de uso termina cuando se muestra la información de docentes, cursos y horarios relacionados entre sí que formaran el horario académico de cada ciclo

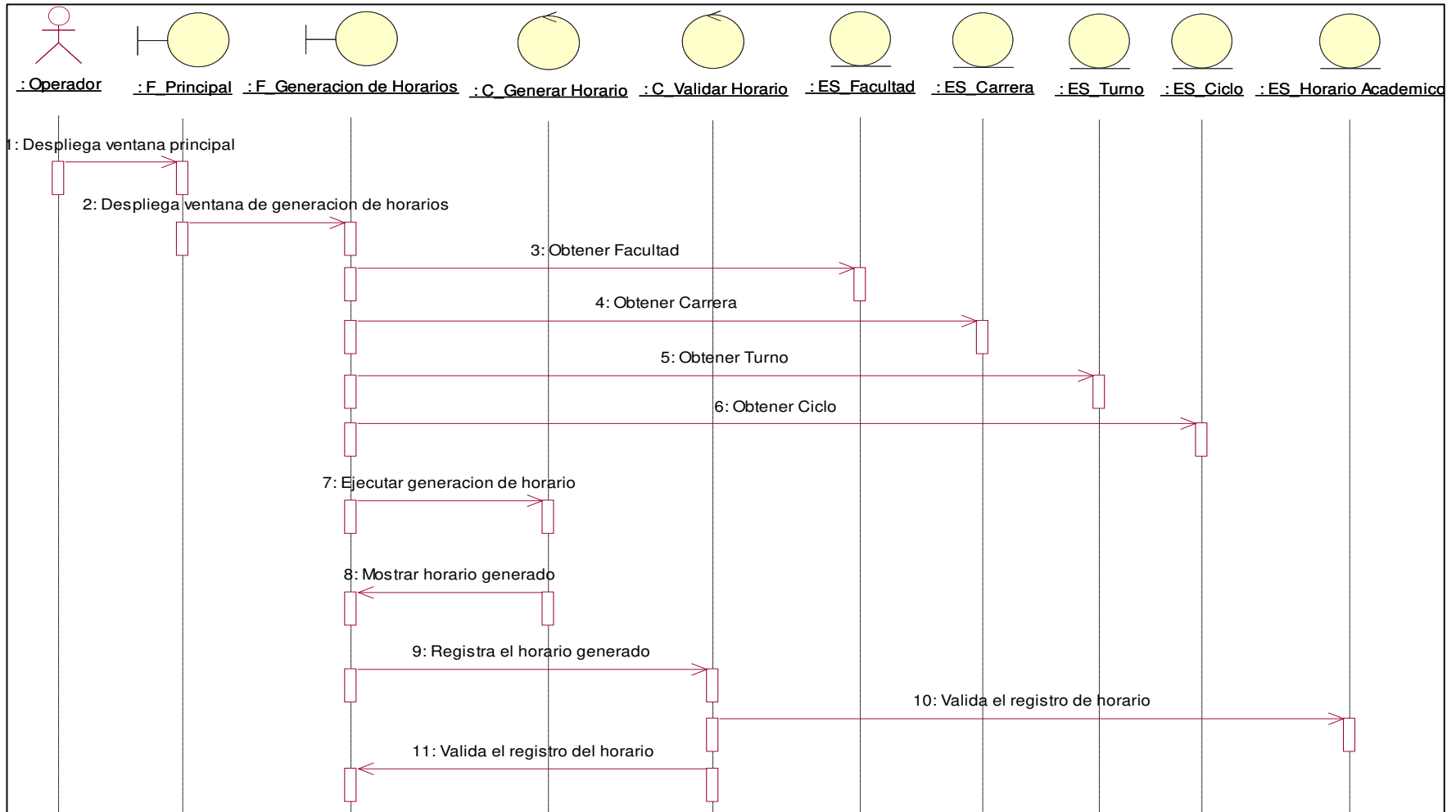


Figura 17: Diagrama de secuencia “generar horario académico”

4.1.3. Modelo de datos

A. Diagrama entidad – relación

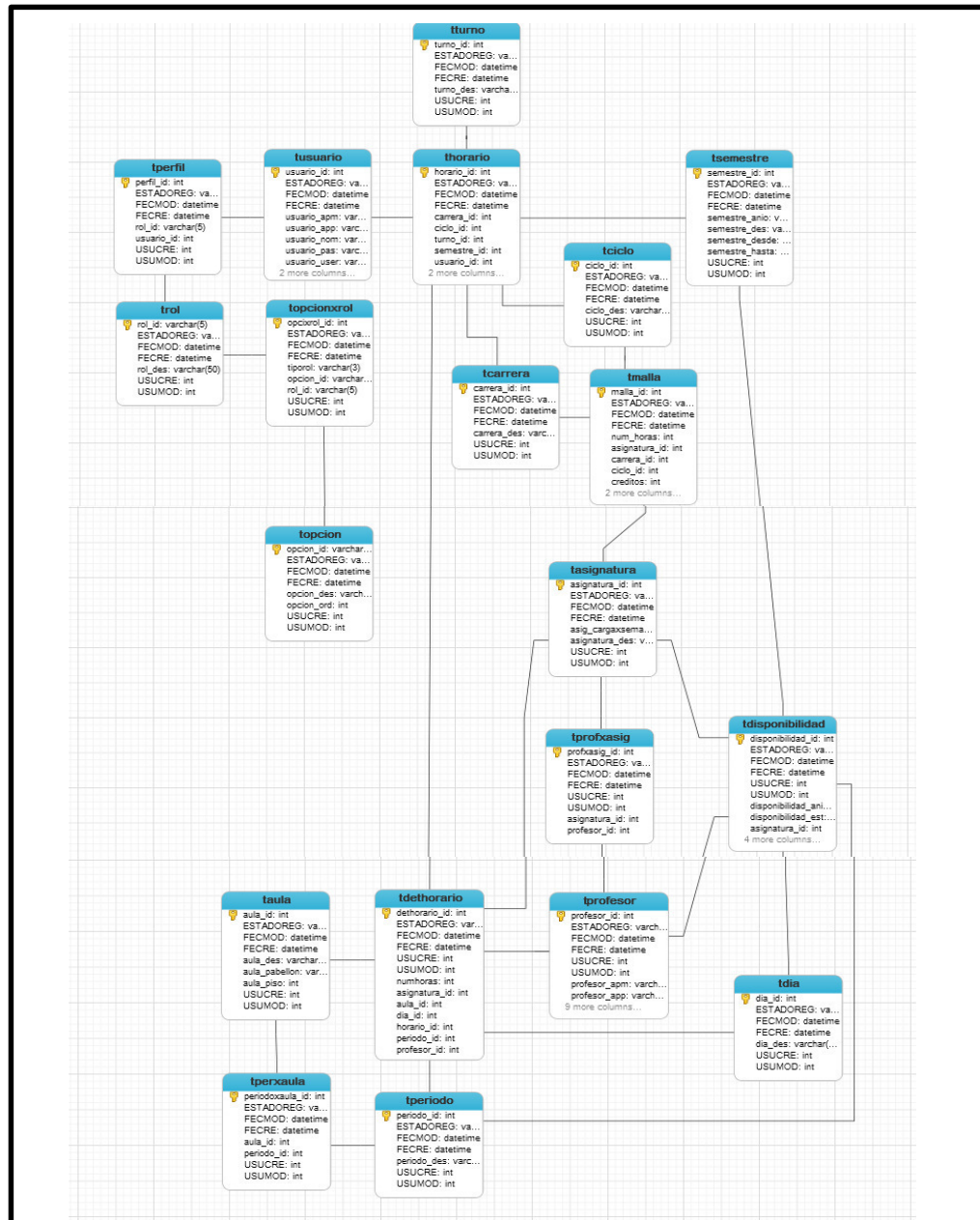


Figura 18: Diagrama entidad – relación

Como se muestra en la figura se diseñó el esquema lógico de la base de datos a partir de la lista descriptiva de objetos identificando los atributos principales, el tipo de dato y las restricciones y sus métodos respectivos.

4.2. DESARROLLO

Como se mencionó en el capítulo 2, acerca de la teoría involucrada y la metodología propuesta, en esta sección se hará uso de estas para, en base al problema explicado en el capítulo 1, proceder con la propuesta de solución y alcanzar los objetivos ya planteados.

A continuación, se diseñará el algoritmo que satisfaga el modelo de datos propuesto y maneje las restricciones adecuadas en base a las funciones que este implementa.

4.2.1. Asignación de clase

Como el problema de generación de horarios es en realidad un problema de asignación de recursos, consideraremos el término clase el conjunto que reúne un curso y las horas de dictado de este, a la cual se le asignaran los recursos finitos como son el docente y el horario.

La selección de estos en un inicio es un procedimiento lineal, ya que por consulta SQL estaríamos filtrando docentes cuya disponibilidad se encuentre asociado a ellos, en esta disponibilidad encontramos su preferencia de cursos a dictar y su horario de dictado, este último nos sería útil para obtener el turno en el cual podría dictar cursos el docente.

Podemos deducir entonces que, al seleccionar opciones iniciales como el ciclo, se obtendrá de resultado inmediato un conjunto de cursos ya establecidos para ese ciclo, luego al seleccionar el turno, se filtraran todos los docentes cuya disponibilidad se encuentre en el turno indicado y además que sus preferencias de cursos sean compatibles con el ciclo seleccionado, de esta manera con la aplicación y las opciones seleccionadas estaríamos cumpliendo ya en su inicio las restricciones:

- RO3. Es imposible asignar a un docente un curso que no sea de su especialidad.

- RO4. No es posible asignar un curso al docente si este no posee disponibilidad.
- RO7. Los cursos, según el semestre al que pertenecen, se clasifican en los turnos de mañana.

Esta forma de filtrar datos ya registrados mediante consulta SQL nos permite ahorrar tiempo tanto en la implementación de la restricción mediante el algoritmo genético como la ejecución de la aplicación.

A. Asignación docente – clase

En el punto anterior definimos una clase a la cual se le asignaran un conjunto de recursos, en esta sección se indicará como primera asignación un docente, una vez asignado e integrado a la unidad de asignación (clase), los resultados obtenidos pasarán a la segunda asignación. Las restricciones tomadas en cuenta son todas aquellas que involucren al docente con los cursos.

Con esta fase de solución estaríamos cumpliendo, en parte, las siguientes restricciones:

- RO1. Un curso debe tener asignado a lo más un docente en un periodo específico.
- RO2. Un docente debe tener asignado a lo más un curso en un periodo específico.

Ya que, de todas maneras, el curso tendrá asignado un docente que conforme a lo seleccionado en la aplicación cumplirá con su preferencia por los cursos.

B. Asignación horario – clase

Una vez asignado un docente a una clase, se procederá con la asignación de un horario para el respectivo dictado del curso. En esta sección se definen todas las restricciones involucradas con el docente y su disponibilidad para con el curso, en todo caso esta sección, se encargaría de afinar los resultados obtenidos mediante las restricciones RO3 y RO4.

En esta asignación se debe tomar en cuenta lo mencionado con respecto a los cursos y su relación con el turno, existen cursos que asociados a un ciclo solamente son llevados en la noche y por lo tanto como condición para la correcta asignación de horario a una clase el docente debe contar con disponibilidad nocturna.

El proceso de asignación en partes involucra una mejor adaptación del algoritmo y evitaría una sobrecarga en su codificación, puesto que al intentar cumplir todas las restricciones al mismo tiempo podría llevar tiempo que se podría aprovechar de otra manera si lo separamos en partes. Tras finalizar el proceso de asignación de docente y horario a la clase estaríamos en la condición de identificar un individuo e implementar los mecanismos de selección para los mejores resultados.

4.2.2. Constitución del cromosoma

Ya que, hemos dividido en 2 partes el proceso de asignación de recursos, tendremos que definir dos cromosomas. Ambos cromosomas tendrán en común la cantidad de clases, la única diferencia sería el recurso a asignar, esta información es obtenida y mostrada únicamente por el alelo, el cual se encarga de guardar los valores de los genes.

En cada asignación la codificación será del tipo directa, esto quiere decir que tanto los docentes como el horario tendrán valores de enteros, una representación binaria dificultaría el proceso de optimización puesto que para nuestro caso los resultados obtenidos aleatoriamente podrían no cumplir las restricciones y llegarían a situaciones sin salida.

De lo mencionado, podemos simplificar la definición del cromosoma con la siguiente representación:

Clase 1	Clase 2	.....	Clase N
Recurso 3	Recurso 8	.....	Recurso 15

4.2.3. Adaptación del algoritmo

A. Inicialización

En esta primera etapa del algoritmo, se crea un individuo, el individuo definido es aquel que puede servir de solución al problema, se le estaría indicando al algoritmo que necesitamos soluciones parecidas al que le estamos proporcionando de ejemplo.

El asignar un docente a cada clase puede traer consigo un problema, y es que el espacio de búsqueda es muy amplio, por lo cual al momento de seleccionar un docente este puede que no sea el adecuado ya que el gen proporcionado será posiblemente uno que no cumpla con la restricción.

B. Población

Se define la población como el conjunto de individuos, cada individuo es representado como un cromosoma independiente. El proceso de la generación de la población se basa en la creación de varios cromosomas de manera aleatoria.

C. Evaluación

Para poder elegir correctamente a los padres que posteriormente darán hijos óptimos para la solución del problema, primero se debe evaluar por medio del *fitness* (sistema de selección o entrenamiento) a cada solución para establecer cuál es la mejor opción de docente para el horario.

La evaluación por *fitness* o valor de aptitud, la cual nos permite establecer y penalizar a aquellos individuos que no sean óptimos para una selección, o si son óptimos darles un valor para ver qué tan cerca están de ser una buena solución.

D. Selección

El método de selección elegido en el sistema propuesto es la selección por torneo. En esta etapa se selecciona una muestra de padres, esta es una cantidad aleatoria de n individuos, luego se empieza a evaluar todos los individuos de la muestra mediante la función de evaluación o *fitness*, una vez que toda la muestra ya ha sido evaluada, se eligen a los dos individuos con mayor valor de aptitud, estos serán los nuevos padres.

E. Mutación

Una vez que se tiene la población temporal (individuos de la nueva generación) se realiza el proceso de mutación. Este proceso se desarrolla de la siguiente manera; se establece que genes deben mutar, luego se procede a cambiarlos aleatoriamente con la intención de generar un individuo distinto al que se tenía, se procede a evaluarlos para determinar nuevamente si esta nueva generación es óptima para el sistema, de lo contrario le asigna un valor de aptitud bajo.

F. Terminación

Una vez hecho todos los procesos básicos para la generación de un individuo, este procede a decodificarse lo cual constituye la lectura del alelo del cromosoma. Se establece como óptimo el individuo resultante y se puede dar por concluido la generación del horario, lo que acabamos de hacer es solamente asignar un recurso a una clase, por lo tanto, el mismo procedimiento se debería de repetir para las otras clases (genes) y una nueva adaptación de las funciones para la fase de asignación de horarios a la clase.

4.3. APLICACIÓN

En este módulo se realiza la validación de usuario según su perfil, luego el sistema esperará el ingreso de parte del usuario el ingreso del código del usuario y contraseña, respectivamente, si los datos son correctos, el sistema validará los datos.

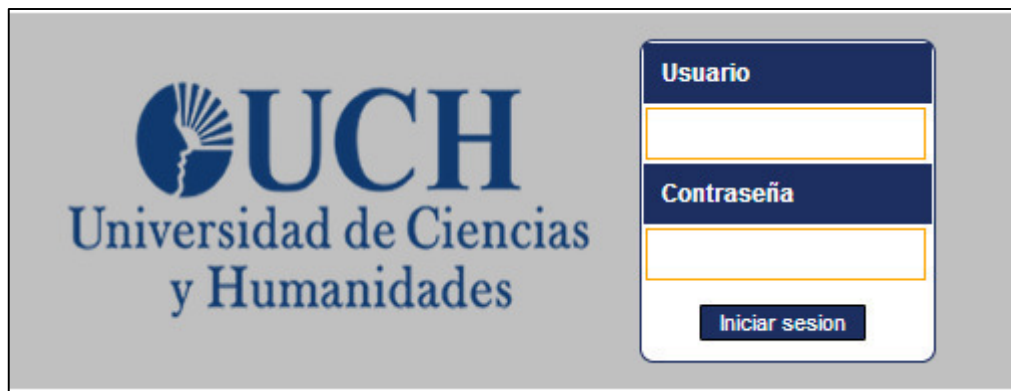


Figura 19: Logeo al sistema

En la figura, se aprecia la ventana de logeo del sistema.

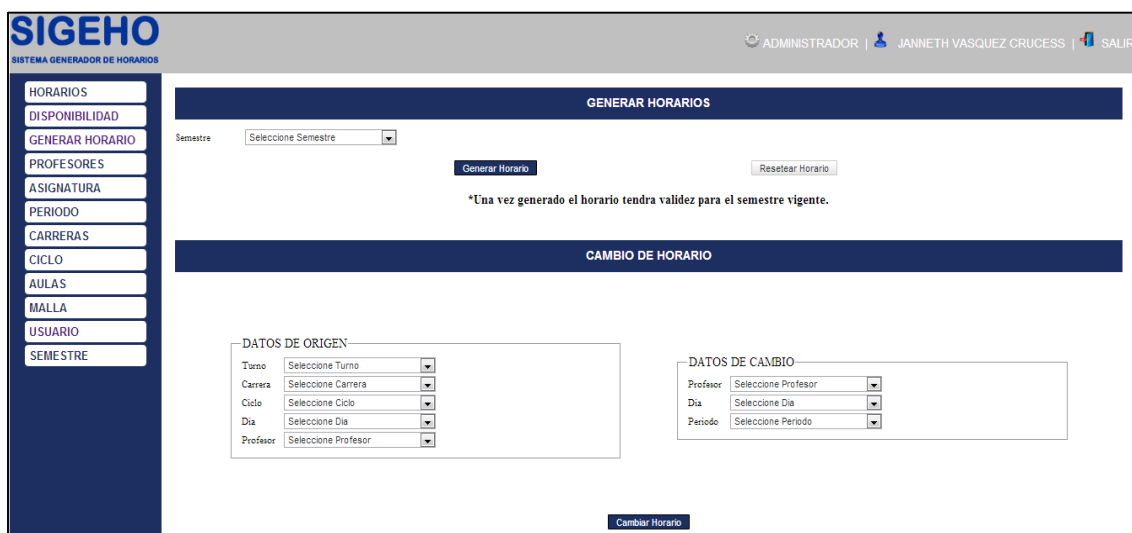


Figura 20: Vista del generador de horario

En esta figura, se puede ver la ventana realizada después de logearse, mostrando así la vista de generador de horarios.

SIGEHO
SISTEMA GENERADOR DE HORARIOS

ADMINISTRADOR | JANNETH VASQUEZ CRUCESS | SALIR

DISPONIBILIDAD

Profesor: Asignatura: Dia: Disponibilidad:

Profesor	Asignatura	Dia	Periodo	Semestre	Disponibilidad	Actualizar	Eliminar
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA I	LUNES	8:00 - 8:45	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA I	LUNES	8:45 - 9:30	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA I	LUNES	9:30 - 10:15	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA I	LUNES	10:15 - 11:00	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA III	LUNES	8:00 - 8:45	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA III	LUNES	8:45 - 9:30	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA III	LUNES	9:30 - 10:15	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA III	LUNES	10:15 - 11:00	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA II	LUNES	8:00 - 8:45	SEMESTRE I	DISPONIBLE		
JUSTINO MORALES DIAZ	MATEMATICA II	LUNES	8:45 - 9:30	SEMESTRE I	DISPONIBLE		

Total Items 25 | Pagina 10

Figura 21: Vista disponibilidad

La presente figura, muestra la disponibilidad por docente.

REGISTRAR DISPONIBILIDAD MULTIPLE

PROFESOR - CURSOS
Semestre:
Profesor:

Asignatura
MATEMATICA I
MATEMATICA III
MATEMATICA II

DIA - PERIODO
Dia:
Desde: Hasta:

Dia	Periodo	Eliminar
LUNES	8:00 - 8:45	
LUNES	8:45 - 9:30	
LUNES	9:30 - 10:15	
MARTES	8:00 - 8:45	
MARTES	8:45 - 9:30	
MARTES	9:30 - 10:15	

Figura 22: Registro de disponibilidad múltiple

En la figura, se aprecia el registro múltiple un determinado docente que cursos puede dictar.

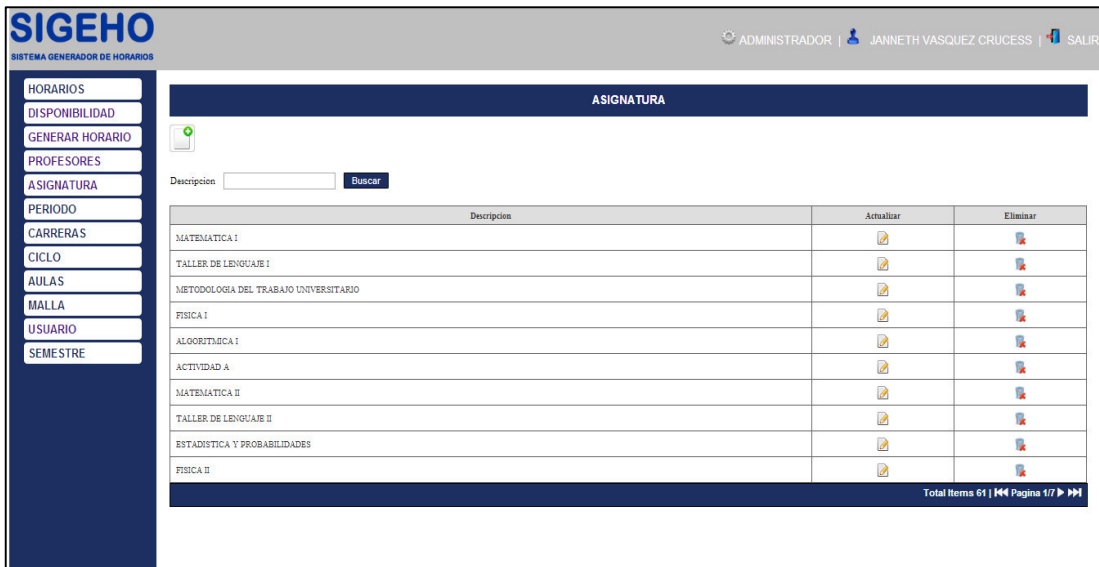


Figura 23: Vista asignatura

En esta imagen, se muestra el mantenimiento de los cursos.



Figura 24: Vista registrar profesor

En la presente figura, muestra el registro de docente.

4.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

En la siguiente figura, mostramos la arquitectura base necesaria para el correcto funcionamiento de la aplicación de software, en este caso haremos relevancia en el lenguaje de programación y el motor de base de datos usado.

El lenguaje java nos permite una mayor flexibilidad a la hora de elegir un framework adecuado para las funcionalidades del sistema, así como también nuestra experiencia en el desarrollo de sistemas haciendo uso de este lenguaje de programación. El motor de base de datos MySQL es ampliamente conocido por su alto rendimiento y facilidad de manejo, posee una cantidad aceptable de almacenamiento de registros y, además, provee soporte de transacciones.



Figura 25: Arquitectura del sistema

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

5.1. ANÁLISIS DE COSTOS

En esta sección, se explicarán los distintos tipos de costos que estamos tomando en cuenta para la elaboración del software.

5.1.1. Costos de mano de obra

El costo de mano de obra tomado en cuenta para nuestra tesis es únicamente el esfuerzo y empeño en querer desarrollar una adecuada herramienta que permita la optimización de procesos y a su vez que fomente la investigación en esta área de la ingeniería de sistemas. Esta aplicación no tendrá costo de mano de obra, ya que, al ser nuestra tesis, el único valor agregado es la implementación y el uso de nuestro software.

Si tomáramos en cuenta el costo por mano de obra para el desarrollo del producto software, los costos serían los siguientes:

Tabla 08: Costo de mano de obra

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	Personal	Horas	UNIDAD	TOTAL
Instalación	1	16	10,00	160
Programación	1	8	9,00	72
TOTAL MANO DE OBRA				232,00

5.1.2. Costos de equipo de desarrollo

Para desarrollar el proyecto, nosotros hemos previsto adherir ciertos costos adicionales a los costos de equipos de desarrollo, estos costos influyen, de todas maneras, en el proceso de desarrollo tales como: Luz, Sistemas Operativos, etc.

Tabla 09: Costo de equipos de desarrollo

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Monitor Led Wide Screen Samsung 20	1	580,00	580,00
Teclado USB	1	60	60,00
Mouse Óptico Genius	1	25	25,00
Estabilizador de Voltaje Híbrido	1	80,00	80,00
Procesador Intel Core I7-3770 3.4ghz	1	900,00	900,00
Memoria DDR3 4 Gb	1	320,00	320,00
Switch-router	1	40,00	40,00
Conectores de Red	2	1,50	3,00
Disco Duro SATA 320 Gb	1	300,00	300,00
Multi DVD RW- CD/CD/VCD	1	190,00	190,00
Multi-Lector de Tarjetas	1	35,00	35,00
Tarjeta de Video NVIDIA GeForce	1	212,00	212,00
Case ATX	1	109,00	109,00
Placa PC Chip Integrada (red, sonido)	1	180,00	180,00
Impresora HP	1	500,00	500,00
Cable de red x metro	5	2,50	12,50
TOTAL HARDWARE			3.546,50

En la siguiente tabla, se muestran los costos del hardware necesario para el desarrollo del producto, expresados en soles.

Tabla 10: Costo de software

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
S.O. Windows 7 Ultimate	Licencia	1	200,00	200
Software Controlador	Licencia	1	150,00	150
Antivirus ESET Smart Security	Licencia	1	120,00	120
Microsoft Office 2010	Licencia	1	90,00	90
TOTAL SOFTWARE				560,00

En la siguiente tabla, se muestran los costos del software necesario para el desarrollo del producto, expresados en soles.

Tabla 11: Costo fijo personal

COSTO FIJO DE PERSONAL	Monto
Sueldos de Personal (2 Empleados)	1.000,00
TOTAL DE SUELDO	1.000,00

En la siguiente tabla, se muestra el costo fijo para el personal encargado del uso del software, expresados en soles.

Tabla 12: Costos variables

COSTOS VARIABLES	Monto
Pagos de Luz	120,00
Costos de Papel A4	60,00
Servicio de Internet 4 Mbps	130,00
TOTAL DE COSTOS	310,00

Finalmente, se tiene un costo total del desarrollo del software, mostrado en la siguiente tabla.

Tabla 13: Costo de desarrollo

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TOTAL
TOTAL DE HARDWARE	2.596,50
TOTAL DE SOFTWARE	560,00
TOTAL DE MANO DE OBRA	232,00
TOTAL MANO DE OBRA	3.388,50

5.2. ANÁLISIS DE BENEFICIO

Los beneficios que se obtienen al implementar el generador inteligente de horarios se puede apreciar en la siguiente tabla, existen beneficios tangibles e intangibles que mejoran el funcionamiento y el tiempo a la hora de hacer la generación de horarios.

Tabla 14: Análisis de beneficio (tangible - intangible)

BENEFICIO	AÑOS
TANGIBLE	1°
Reducir el tiempo en la ejecución de horarios.	6000
Disminuir la cantidad de docentes a contratar.	11900
Registrar adecuadamente la disponibilidad de cada docente.	3000
Ahorrar el material del trabajo manual.	1500
INTANGIBLE	1°
Mejorar el proceso de ejecución de horarios.	5000
Tener la implementación disponible.	3500
Satisfacción de la gerencia	3000
TOTAL BENEFICIOS	33900

5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Este tipo de análisis nos permite identificar rápidamente los posibles escenarios del proyecto de inversión (pesimista, probable y optimista), en este caso la representación histórica nos permitirá ver el crecimiento de los ingresos y costos respecto a la inversión inicial. La duración de la misma y los cambios que puedan producirse en el lapso de un año son reflejados a continuación:

Tabla 15: Cuadro de recuperación de inversión meses (1 – 4)

MESES	0	1	2	3	4
Costo de desarrollo	4.338,50				
Costo de Personal		1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
Costos Variables		310,00	310,00	310,00	310,00
Costos Acumulados	4.338,50	5.848,50	7.358,50	8.868,50	10.378,50
Beneficios		33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00
Beneficios Acumulados		33.900,00	67.800,00	101.700,00	135.600,00
Flujo de Caja (Ingreso Neto)	- 4.338,50	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00
Costo beneficio	4.338,50	- 1.513,50	1.311,50	4.136,50	6.961,50

Tabla 16: Cuadro de recuperación de inversión meses (5 – 8)

5	6	7	8
1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
310,00	310,00	310,00	310,00
11.888,50	13.398,50	14.908,50	16.418,50
33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00
169.500,00	203.400,00	237.300,00	271.200,00
2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00
9.786,50	12.611,50	15.436,50	18.261,50

Tabla 17: Cuadro de recuperación de inversión meses (9 – 12)

9	10	11	12
1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
310,00	310,00	310,00	310,00
17.928,50	19.438,50	20.948,50	22.458,50
33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00
305.100,00	339.000,00	372.900,00	406.800,00
2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00
21.086,50	23.911,50	26.736,50	29.561,50

Tabla 18: Promedio de inversión

PROMEDIO DE INVERSIÓN (1 AÑO)	
TIR	65%
VAN	S/. 0,00
Total de Inversión a 1 año	22.458,50
Total de Beneficios a 1 año	33.900,00
ROI	51%

VAN (Valor Actual Neto): Es un procedimiento que permite calcular el valor actual de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t : representa los flujos de caja en cada periodo t.
 I_0 : es el valor del desembolso inicial de la inversión.
 n : es el número de periodos considerado.

Figura 26: Fórmula VAN

El VAN es el valor monetario que resulta de restar a la inversión inicial la suma de los flujos de caja esperados, ajustados con cierta tasa de descuento.

Para la obtención del VAN = **S/. 0,00**

$$=VNA(C16;D11:O11)+C11$$

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
4	MESES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Costo de desarrollo	4.338,50												
6	Costo de Personal		1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
7	Costos Variables		310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
8	Costos Acumulados	4.338,50	5.848,50	7.358,50	8.868,50	10.378,50	11.888,50	13.398,50	14.908,50	16.418,50	17.928,50	19.438,50	20.948,50	22.458,50
9	Beneficios		33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00
10	Beneficios Acumulados		33.900,00	67.800,00	101.700,00	135.600,00	169.500,00	203.400,00	237.300,00	271.200,00	305.100,00	339.000,00	372.900,00	406.800,00
11	Flujo de Caja (Ingreso Neto)	- 4.338,50	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00
12	Costo beneficio	4.338,50	- 1.513,50	1.311,50	4.136,50	6.961,50	9.786,50	12.611,50	15.436,50	18.261,50	21.086,50	23.911,50	26.736,50	29.561,50
13														
14														
15	PROMEDIO DE INVERSION													
16	TIR													
17	VAN													
18														
19	Total de Inversion a 1 año		22.458,50											
20	Total de Beneficios a 1 año		33.900,00											
21	ROI		51%											

Figura 27: Pantalla excel cálculo VAN

TIR (tasa interna de retorno): es la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. Para ello la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte.

La tasa interna de retorno TIR es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0$$

Dónde:

F_t : es el flujo de caja en el periodo t.

n : es el número de periodos

I : es el valor de la inversión total

Figura 28: Fórmula TIR

Para la obtención de TIR =65%:

=TIR(C11:O11)

	MESES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Costo de desarrollo		4.338,50											
Costo de Personal			1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00	1.200,00
Costos Variables			310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
Costos Acumulados		4.338,50	5.848,50	7.358,50	8.868,50	10.378,50	11.888,50	13.398,50	14.908,50	16.418,50	17.928,50	19.438,50	20.948,50
Beneficios			33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00	33.900,00
Beneficios Acumulados			33.900,00	67.800,00	101.700,00	135.600,00	169.500,00	203.400,00	237.300,00	271.200,00	305.100,00	339.000,00	372.900,00
Flujo de Caja (Ingreso Neto)		4.338,50	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00	2.825,00
Costo beneficio		4.338,50	- 1.513,50	1.311,50	4.136,50	6.961,50	9.786,50	12.611,50	15.436,50	18.261,50	21.086,50	23.911,50	26.736,50
PROMEDIO DE INVERSION													
	TIR	=TIR(C11:O11)											
	VAN	S/. 0,00											
Total de Inversion a 1 año		22.458,50											
Total de Beneficios a 1 año		33.900,00											
	ROI	51%											

Figura 29: Pantalla excel cálculo TIR.

ROI (retorno de la inversion): es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada.

ROI = Margen sobre ventas x Rotación del activo

Para la obtención del ROI = 51%

$$=(C20-C19)/C19$$

	A	B	C
4		MESES	0
5		Costo de desarrollo	4.338,50
6		Costo de Personal	
7		Costos Variables	
8		Costos Acumulados	4.338,50
9		Beneficios	
10		Beneficios Acumulados	
11		Flujo de Caja (Ingreso Neto)	- 4.338,50
12		Costo beneficio	4.338,50
13			
14			
15		PROMEDIO DE INVERSION	
16		TIR	65%
17		VAN	S/. 0,00
18			
19		Total de Inversion a 1 año	22.458,50
20		Total de Beneficios a 1 año	33.900,00
21		ROI	=(C19)/C19

Figura 30: Pantalla excel cálculo ROI.

Conclusiones

A continuación, se indicarán las conclusiones a las que hemos después de haber hecho uso de algoritmos genéticos.

- Se concluye que con la implementación de un sistema de información se optimiza el tiempo en registro del docente con su disponibilidad horaria.
- Se reduce el riesgo que conlleva asignar a cada docente su disponibilidad horaria y la preferencia de dictado de cursos.
- Se reduce el tiempo de generación de horarios para cada facultad de una determinada carrera y ciclo.
- Finalmente, concluimos que el uso de algoritmos genéticos permite una adecuada asignación de recursos como el caso de la asignación de horarios académicos.

Recomendaciones

En esta sección se incluirán las recomendaciones que permitirán una mayor cobertura de la institución posteriormente si es necesario.

- Ajustar el modelo actual considerando a las aulas como un recurso a asignar y los tipos de estos como son laboratorios y aulas normales para el dictado teórico de clases.
- Integrar la base de datos actual con la base de datos institucional para la consulta de docentes y demás recursos necesarios para el sistema con la finalidad de tener una sola base de datos consolidada.
- Usar software libre para los futuros módulos garantizará la reducción de costos en mantenimiento.
- Integrar este sistema al sistema general de la universidad para brindar un servicio completo.

Referencias

- Anon, (2013) [online] Available at:
<http://www.divulgamat.net/weborriak/TestuakOnLine/02-03/PG02-03-iglesias.pdf>
- Anon, (2013) [online] Available at:
http://www.frro.utn.edu.ar/isi/algoritmosgeneticos/html_data/3algoritmos/Algoritmo.htm
- Anon, (2013) [online] Available at:
http://www.geocities.com/SiliconValley/Vista/7491/alggen_c.htm#quees
- Anon, (2013) [online] Available at: <http://www.uv.es/asepuma/X/J24C.pdf>
- Beasley, J., Sonander, J. and Havelock, P. (2001). Scheduling aircraft landings at London Heathrow using a population heuristic. *Journal of the Operational Research Society*, 52(5), pp.483-493.
- Blickle, T., Thiele, L. (1995). A comparison of selection schemes used in genetic algorithms. Technical Report 11, Computer Engineering and Communication Network Lab (TIK), Gloriastrasse 35, 8092 Zurich, Switzerland
- Burke, E. y Newall, J. (1999). A multistage evolutionary algorithm for the timetable problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 3(1), pp.63-74.
- Coello, C. (1995), Introducción a los Algoritmos Genéticos, Soluciones Avanzadas, Tecnologías de Información y Estrategias de Negocios, Año 3, Número 17, Pp. 5-11.
- Coello, C. (1999), Representación en los Algoritmos Genéticos (Parte 1), Soluciones Avanzadas, Tecnologías de Información y Estrategias de Negocios, Año 7, Número 69, Pp. 50-56.
- Davis, L. (1991): *Handbook of Genetic Algorithms*. Van NostrandReinhold.

- Darwin, C (1859): *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, Murray, London.
- De Jong, K. A. (1975). *An analysis of the behavior of a class of genetic adaptive systems*. PhD thesis, University of Michigan.
- De Jong, K. A., & Spears, W. M. (1992). *A formal analysis of the role of multi-point crossover in genetic algorithms*. *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, 5(1), 1-26.
- Diaz, A. y Glover, F. (1996): *Optimización Heurística y Redes Neuronales en Dirección de Operaciones e Ingeniería*. Paraninfo.
- Dorado, J. y Pedreira, N. (1996). *Distintas variantes de diseño de algoritmos genéticos y de optimización de su funcionamiento*. [online] Ruc.udc.es. Available at: <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/9447>.
- Fandel, G., Gullledge, T. y Jones, A. (n.d.). *Operations Research in Production Planning and Control*. 1st ed.
- Gascón de la Herrán, Manuel. (1999). *Los largos ritmos frenéticos de la Computación Evolutiva*, GAIA,
- Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J., Dorado, J. and Pazos, A. (2010). *Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética*. 1st ed. A Coruña: Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións.
- Goldberg, D.E. (1989): *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- He, L. y N. Mort. (2000). *Hybrid genetic algorithms for telecommunications network back-up routing*. *BT Technology Journal*, vol.18, no.4, p. 42-50.
- Jensen, M. (2003). *Generating robust and flexible job shop schedules using genetic algorithms*. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 7(3), pp.275-288.
- Lemley, B.(2001). *Machines that think*. *Discover*, p.75-79.
- Michalewicz, Z. and Fogel, D. (2010). *How to solve it*. 1st ed. Berlin: Springer.

- Naik, G. (1996) "*Back to Darwin: In sunlight and cells, science seeks answers to high-tech puzzles.*" *The Wall Street Journal*, p. A1.
- Ochoa, I. (2013). *Algoritmos Genéticos - Web Académica del Prof. Iván Ochoa.*
[online] Sites.google.com. at:
<https://sites.google.com/site/ivanochoag/algoritmos-genticos>
- Petzinger, T. *At Deere they know a mad scientist may be a firm's biggest asset.*
The Wall Street Journal, 14 de julio de 1995, p.B1.
- Peñafiel, F. (2010). *Algoritmos Genéticos.* [online] Nando1-utb.blogspot.pe.
Available at: <http://nando1-utb.blogspot.pe/2010/09/algoritmos-genticos.html>.
- Redcientifica.org. (2013) RED científica - *Ciencia, Tecnología y Pensamiento.*
[online] at: <http://www.redcientifica.com/imprimir/doc199904260011.html>
- Reeves, C. (1993). *Modern heuristic techniques for combinatorial problems.* 1st ed. Oxford: Blackwell Scientific.

Glosario

- Algoritmos:

Es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad.

- Algoritmos genéticos:

Son llamados así porque se inspiran en la evolución biológica y su base genético-molecular. Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución biológica (mutaciones y recombinaciones genéticas), así como también a una Selección de acuerdo con algún criterio, en función del cual se decide cuáles son los individuos más adaptados, que sobreviven, y cuáles los menos aptos, que son descartados.

- Elitismo:

La finalidad es mantener el mejor o los mejores cromosomas de cada población, insertándolos directamente en la siguiente generación.

- Esquema de representación:

Simulando la codificación genética de los seres vivos, donde las características físicas están almacenadas en los genes, los AG codifican las características del problema a resolver. Se requiere un conjunto de parámetros para que dicho problema sea codificado de una manera adecuada. En el caso del problema de horarios de clase, un gen está compuesto por la secuencia materia, sección, profesor, hora de inicio y duración.

- Genéticos:

Es el campo de la biología que busca comprender la herencia biológica que se transmite de generación en generación.

- **Inteligencia:**

Es la capacidad de relacionar conocimientos que poseemos para resolver una determinada situación.

- **Programación genética:**

Es una metodología basada en los algoritmos evolutivos e inspirados en la evolución biológica para construir programas de computación que realicen una tarea definida por el usuario.

- **Función aptitud:**

La Función de Aptitud es una medida de la calidad del conjunto de soluciones población. Al evaluar una solución y los AG pueden elevar su rendimiento al mejorar la aptitud de los cromosomas mientras avanza el proceso evolutivo.

- **Mutación:**

Aplicando este método, se permite modificar aleatoriamente algunos genes de acuerdo a un valor probabilístico.

- **Recombinación o cruce:**

En el cruzamiento se generan nuevos individuos, escogiendo aleatoriamente en puntos de cruce en cada uno de los padres, para así tomar el extremo derecho del padre y el izquierdo de la madre formando un nuevo individuo.

- **Selección:**

La selección implantada en el trabajo se denomina como selección a través del método de la ruleta. Este método usa una distribución de probabilidad, en donde la probabilidad de seleccionar un cromosoma (conjunto de genes que forman la solución) es directamente proporcional a su aptitud, otorgándole a todos los individuos de la población un peso.

- **Individuo:**

Cada ser organizado, sea animal o vegetal, respecto de la especie a que pertenece. Persona perteneciente a una clase o corporación.

- **Población:**

Conjunto de personas que, por sus características genéticas, físicas o sociales, son más propensas a padecer una enfermedad determinada.

- **Cromosoma:**

Es una colección de genes en forma de arreglo.

- **Genes:**

Secuencia de ADN que constituye la unidad funcional para la transmisión de los caracteres hereditarios.

- **Alelo:**

Cada uno de los genes del par que ocupa el mismo lugar en los cromosomas homólogos. Su expresión determina el mismo carácter o rasgo de organización, como el color de los ojos.

- **Fenotipo:**

Manifestación visible del genotipo en un determinado ambiente.

- **Genotipo:**

Conjunto de los genes de un individuo, incluida su composición alélica. se refiere a la información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN. Normalmente el genoma de una especie incluye numerosas variaciones o polimorfismos en muchos de sus genes. El genotipo se usa para determinar qué variaciones específicas existen en el individuo. El genotipo, junto con factores ambientales que actúan sobre el ADN, determina las características del organismo, es decir, su fenotipo.

- **Entrecruzamiento cromosómico:**

Es el proceso por el cual las cromáticas de cromosomas homólogos se aparean e intercambian secciones de su ADN. El entrecruzamiento usualmente se produce cuando se aparean las regiones en las rupturas del cromosoma y luego se reconectan al otro cromosoma. El resultado de este proceso es un intercambio de genes, llamado recombinación genética. Los entrecruzamientos cromosómicos también suceden en organismos asexuales y en células somáticas, ya que son importantes formas de reparación del ADN.


ANEXOS

Anexo A: Planificación del proyecto.

Tabla 19: Cronograma general de actividades del proyecto.

		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
0			Proyecto -Implementacion de un generador inteligente de horarios utilizando algoritmos geneticos en la UCH	165 días	lun 01/07/13	vie 14/02/14		
1			Fase de Inicio	49 días	lun 01/07/13	jue 05/09/13		Fritz Rodas,Janet Vasquez
2			Reunion de levantamiento de informacion	3 días	lun 01/07/13	mié 03/07/13		Fritz Rodas,Janet Vasquez
3			Definición del alcance	1 día	jue 04/07/13	jue 04/07/13	2	Janet Vasquez
4			Requerimientos funcionales/no funcionales	3 días	vie 05/07/13	mar 09/07/13	3	Fritz Rodas
5			Diagrama de flujo de procesos - versión inicial	5 días	mié 10/07/13	mar 16/07/13	4	Fritz Rodas,Janet Vasquez
6			Modelo de casos de uso - versión inicial	10 días	mié 17/07/13	mar 30/07/13	5	Fritz Rodas,Janet Vasquez
7			Definición de las reglas del negocio	9 días	mié 31/07/13	lun 12/08/13	6	Fritz Rodas,Janet Vasquez
8			Diseño de prototipos - versión inicial	12 días	mar 13/08/13	mié 28/08/13	7	Fritz Rodas,Janet Vasquez
9			Plan de desarrollo	2 días	jue 29/08/13	vie 30/08/13	8	Fritz Rodas
10			Finalización de la fase de inicio	2 días	lun 02/09/13	mar 03/09/13	9	Janet Vasquez
11			Revisión/actualización de documentos	2 días	mié 04/09/13	jue 05/09/13	10	Fritz Rodas,Janet Vasquez
12			Fase de Elaboración	61 días	vie 06/09/13	vie 29/11/13	1	Janet Vasquez, Fritz Rodas
13			Diseño del modelo de casos de uso del sistema versión final	10 días	vie 06/09/13	jue 19/09/13		Fritz Rodas,Janet Vasquez
14			Especificaciones de casos de uso	12 días	vie 20/09/13	lun 07/10/13	13	Janet Vasquez
15			Diagrama de Secuencia por caso de uso	12 días	mar 08/10/13	mié 23/10/13	14	Fritz Rodas
16			Diseño de la base de datos	10 días	jue 24/10/13	mié 06/11/13	15	Fritz Rodas,Janet Vasquez
17			Diccionario de datos	8 días	jue 07/11/13	lun 18/11/13	16	Fritz Rodas
18			Diseño de prototipos - versión final	5 días	mar 19/11/13	lun 25/11/13	17	Janet Vasquez
19			Revisión de prototipos	1 día	mar 26/11/13	mar 26/11/13	18	Fritz Rodas,Janet Vasquez

DIAGRAMA DE GANTT

20			Aprobación de prototipos	2 días	mié 27/11/13	jue 28/11/13	19	Fritz Rodas,Janet Vasquez
21			Control del proyecto	1 día	vie 29/11/13	vie 29/11/13	20	Fritz Rodas,Janet Vasquez
22			▲ Fase de construcción	18 días	lun 02/12/13	mié 25/12/13	12	
23			Preparar arquitectura de desarrollo	2 días	lun 02/12/13	mar 03/12/13		Fritz Rodas,Janet Vasquez
24			Desarrollo de pantalla de ingreso a la aplicación	1 día	mié 04/12/13	mié 04/12/13	23	Fritz Rodas
25			▲ Rol: Usuario administrador	15 días	jue 05/12/13	mié 25/12/13	24	
26			Desarrollo de Disponibilidad de horarios por docente	1 día	jue 05/12/13	jue 05/12/13		Janet Vasquez
27			Desarrollo del formulario para el registro de profesores	1 día	vie 06/12/13	vie 06/12/13	26	Fritz Rodas
28			Desarrollo del formulario para el registro de asignatura	1 día	lun 09/12/13	lun 09/12/13	27	Fritz Rodas
29			Desarrollo del formulario para el registro de periodo	1 día	mar 10/12/13	mar 10/12/13	28	Janet Vasquez
30			Desarrollo del formulario para el registro de carreras	1 día	mié 11/12/13	mié 11/12/13	29	Fritz Rodas
31			Desarrollo del formulario para el registro de ciclos	1 día	jue 12/12/13	jue 12/12/13	30	Janet Vasquez
32			Desarrollo del formulario para el registro de aulas	1 día	vie 13/12/13	vie 13/12/13	31	Fritz Rodas
33			Desarrollo del formulario para el registro de malla	1 día	lun 16/12/13	lun 16/12/13	32	Janet Vasquez
34			Desarrollo del formulario para el registro de semestre	1 día	mar 17/12/13	mar 17/12/13	33	Janet Vasquez
35			Desarrollo del formulario para el registro de Usuario	1 día	mié 18/12/13	mié 18/12/13	34	Fritz Rodas
36			Consulta de horas consumidas por semestre	1 día	jue 19/12/13	jue 19/12/13	35	Janet Vasquez
37			Pruebas con el usuario	2 días	vie 20/12/13	lun 23/12/13	36	Fritz Rodas,Janet Vasquez
38			Levantamiento de observaciones	2 días	mar 24/12/13	mié 25/12/13	37	Fritz Rodas,Janet Vasquez
39			▲ Fase de Transición	37 días	jue 26/12/13	vie 14/02/14	22	

40		4 Pruebas Finales	19 días	jue 26/12/13	mar 21/01/14		
41		Plan de Pruebas Integrales	2 días	jue 26/12/13	vie 27/12/13		Fritz Rodas
42		Ejecución del Plan de Pruebas Integrales	4 días	lun 30/12/13	jue 02/01/14	41	Janet Vasquez
43		resultados del Plan de Pruebas Integrales	4 días	vie 03/01/14	mié 08/01/14	42	Janet Vasquez
44		Levantamiento de Observaciones finales	5 días	jue 09/01/14	mié 15/01/14	43	Fritz Rodas,Janet Vasquez
45		Conformidad de revision	4 días	jue 16/01/14	mar 21/01/14	44	Fritz Rodas
46		4 Implantación del Sistema	18 días	mié 22/01/14	vie 14/02/14	40	
47		Elaborar plan de capacitación a usuarios	4 días	mié 22/01/14	lun 27/01/14		Janet Vasquez
48		Balance constos de elaboracion	4 días	mar 28/01/14	vie 31/01/14	47	Fritz Rodas
49		Ejecutar plan de capacitación a usuarios	5 días	lun 03/02/14	vie 07/02/14	48	Janet Vasquez
50		Requerimiento de software y hadware para correcto funcionamiento de generador de horario	1 día	lun 10/02/14	lun 10/02/14	49	Fritz Rodas
51		Conformidad Final	2 días	mar 11/02/14	mié 12/02/14	50	Fritz Rodas,Janet Vasquez
52		Instalacion del generador de horarios	1 día	jue 13/02/14	jue 13/02/14	51	Fritz Rodas
53		Cierre del Proyecto	1 día	vie 14/02/14	vie 14/02/14	52	Fritz Rodas,Janet Vasquez

En la presente tabla, se visualiza el cronograma del proyecto mediante fases indicando los nombres de quien lo realizó y también se indica la fecha de inicio y la fecha de culminación del proyecto.

Anexo B: Acta de constitución del proyecto

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO			
(PROJECT CHARTER)			
A. INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del Proyecto	Implementación de un generador inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos en la universidad de ciencias y humanidades	Fecha de Preparación	01 de Julio de 2013
Patrocinador	Universidad de Ciencias y Humanidades.	Fecha de Modificación	-----
Preparado por	Rodas Tirapo, Fritz Elías Vasquez Cruces, Janneth M.	Autorizado por	U.C.H.
B. NECESIDAD DEL PROYECTO			
<p>Actualmente, en la Universidades de Ciencias y Humanidades la generación de horarios es realizada manualmente, estos horarios generados son registrados en un sistema que a fin de cuenta solo nos muestra los datos ingresados, este procedimiento se lleva a cabo en el Área Académica, área que además se sirve de otras para lograr este objetivo, y este proceso lleva tiempo en la elaboración de bosquejos para cada ciclo y admite error humano que trae consigo demora en la corrección y verificación, por consiguiente, se pretenderá optimizar este proceso generando horarios automáticamente.</p>			
C. OBJETIVOS DEL PROYECTO			
<ul style="list-style-type: none">• Optimizar el proceso de generación de horarios utilizando algoritmos genéticos en la Universidad de Ciencias y Humanidades.• Reducir el tiempo de generación de horarios utilizando algoritmos genéticos.• Evitar el cruce de horarios utilizando algoritmos genéticos para la generación inteligente de horarios.• Permitir la correcta asignación de disponibilidad del docente utilizando algoritmos genéticos para la generación inteligente de horarios.			
D. ALCANCE Y EXTENSIÓN DEL PROYECTO			

- El proyecto de tesis será aplicable en el Área Académica de la UCH, área actualmente encargada de la elaboración de horarios.
- Este proyecto está centrado en la asignación de horarios exclusivamente en las facultades de la universidad, tomando como primer caso la Facultad de Ciencias e Ingeniería con la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- Varias instituciones hacen uso de estos u otros algoritmos para la generación de horarios, cada institución posee distintas características como: turnos, aulas, cantidad de semestres anuales, cursos, etc. haciendo que el modelamiento de cada una de ellas sea único.

E. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO / SERVICIOS

El producto final será un software capaz de disminuir el tiempo en el proceso de generación de horarios y evitar la ocurrencia de errores sucedida actualmente en la elaboración manual de estos por parte del personal responsable de estas actividades, evitando extensos intervalos entre clases y disminuyendo los niveles de insatisfacción entre los docentes y estudiantes.

F. PARTICIPANTES DEL PROYECTO

- Sponsor del Proyecto: Universidad de Ciencias y Humanidades.
- Jefe del Proyecto: Rodas Tirapo, Fritz Elías /Vasquez Cruces, Janneth M.
- Asesor de Proyectos de Investigación: Lapa Asto, Ulises S.

G. HITOS IMPORTANTES DEL PROYECTO

- Fecha de Inicio del Proyecto: 01/07/2013.
- Fase de Inicio: 01/07/2013.
- Fase de Elaboración: 06/09/2013.
- Fase de construcción: 02/12/2013.
- Fase de Transición: 26/12/2013.
- Fecha de Término del Proyecto: 14/02/2014.




H. PRINCIPALES OPORTUNIDADES DEL PROYECTO

- El desarrollo de la implementación del Sistema Generador de Horarios permita implementar otros procesos en el centro educativo.

I. SUPOSICIONES DEL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso de la Alta Dirección Académica. • Contar con el presupuesto necesario. • Las estimaciones que se realizan en el proyecto son de alto nivel, y se basan en experiencia en proyectos similares y/o experiencia del consultor. • Participación activa de usuarios claves y cumpliendo con el porcentaje de participación definido.

J. RIESGOS DEL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> • La calidad del producto se vería afectada si no se planifica una adecuada fase de pruebas en cada etapa del proyecto e incluso afectar la entrega de esta. • Los participantes del proyecto no cumplan con las competencias técnicas y de gestión asignadas, tendría como consecuencia la demora del proyecto. • Una mala gestión en la comunicación acerca del alcance del proyecto, podría generar el rechazo a utilizar la solución, por parte de los usuarios.

K. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento con los requerimientos de todas las funcionalidades solicitadas. • Se minimizó los tiempos para la obtención de horarios académicos en comparación a la generación manual de estos. • Se dispuso el óptimo uso de recursos con la asignación de docente-curso.

L. FIRMAS		
NOMBRE / FUNCIÓN	FIRMA	FECHA
Rodas Tirapo, Fritz Elias /JP		01/07/2013
Vasquez Cruces, Janneth Monica/JP		01/07/2013
Ramos Prado, William / JRA		01/07/2013
Lapa Asto, Ulises S/ API		01/07/2013

Anexo C: Matriz de Investigación.

Tabla 20: Matriz de investigación.

PROBLEMÁTICA	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACCIONES
<p>Actualmente en la Universidades de Ciencias y Humanidades la generación de horarios es realizada manualmente, estos horarios generados son registrados en un sistema que a fin de cuenta solo nos muestra los datos ingresados, este procedimiento se lleva a cabo en el Área Académica, área que además se sirve de otras para lograr este objetivo.</p> <p>CAUSAS: La falta de una herramienta tecnológica que permita la correcta asignación de disponibilidad docente y el mejor uso de los recursos al momento de generar horarios académicos.</p>	<p>¿Cómo se podrá optimizar el proceso de generación de horarios en la Universidad de Ciencias y Humanidades?</p>	<p>Optimizar el proceso de generación de horarios utilizando algoritmos genéticos en la Universidad de Ciencias y Humanidades.</p>	<p>P.E.1: ¿Cómo se reducirá el tiempo de generación inteligente de horarios con la utilización de algoritmos genéticos?</p> <p>P.E.2: ¿Cómo se evitará el cruce de horarios con la generación inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos?</p> <p>P.E.3: ¿De qué manera se permitirá la correcta asignación de disponibilidad del docente con la generación inteligente de horarios utilizando algoritmos genéticos?</p>	<p>O.E.1: Reducir el tiempo de generación de horarios utilizando algoritmos genéticos.</p> <p>O.E.2: Evitar el cruce de horarios utilizando algoritmos genéticos para la generación inteligente de horarios.</p> <p>O.E.3: Permitir la correcta asignación de disponibilidad del docente utilizando algoritmos genéticos para la generación inteligente de horarios.</p>	<p>AC1 OE1: Investigar el uso y funcionamiento de los algoritmos genéticos.</p> <p>AC2 OE1: Identificar los campos de acción de los algoritmos genéticos para la resolución de problemas tipo.</p> <p>AC1 OE2: Obtener todas las consideraciones en la generación de horarios para el desarrollo de las restricciones.</p> <p>AC1 OE3: Realizar un análisis de los recursos disponibles de la institución.</p> <p>AC2 OE3: Identificar los niveles aceptables de horarios generados para dar por correcto una generación inteligente.</p>

MARCO TEÓRICO	DESARROLLO	EVALUACIÓN	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p>MT AC1 OE1: Describir la estructura del algoritmo genético y el proceso de evolución.</p> <p>MT AC2 OE1: Conocer y determinar problemas similares en otros campos.</p> <p>MT AC1 OE2: Conocer las técnicas de búsqueda que permitan una mayor optimización de resultados.</p> <p>MT AC1 OE3: Priorizar los recursos padres que establecerán la estructura básica del cromosoma.</p> <p>MT AC2 OE3: Establecer la muestra de datos que servirán de guía para los resultados obtenidos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del modelo del negocio con los casos de uso y diagrama de actividades específicos del proceso de generación de horarios. • Diseño del modelo del sistema con los casos de uso y la especificación de estos para el flujo del proceso. • Modelo de Datos con la cual bajo el diagrama Entidad Relación, podremos obtener el modelo físico para la creación de la base de datos. • Identificar los requerimientos, programar y diseñar las interfaces de interacción con los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema tiene módulos que permiten registrar los recursos y asignar la disponibilidad. • El sistema tiene interfaces amigables que permitirán un rápido uso y adaptación por parte de los usuarios. • La evaluación de los resultados obtenidos podrán ser contrastados con los resultados obtenidos manualmente validado previamente por el usuario responsable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se concluye que con la implementación de un sistema de información se optimiza el tiempo en registro del docente con su disponibilidad horaria. • Se reduce el riesgo que conlleva asignar a cada docente su disponibilidad horaria y la preferencia de dictado de cursos. • Se reduce el tiempo de generación de horarios para cada facultad de una determinada carrera y ciclo. • Finalmente concluimos que el uso de algoritmos genéticos permite una adecuada asignación de recursos como el caso de la asignación de horarios académicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar el modelo actual considerando a las aulas como un recurso a asignar y los tipos de estos como son laboratorios y aulas normales para el dictado teórico de clases. • Integrar la base de datos actual con la base de datos institucional para la consulta de docentes y demás recursos necesarios para el sistema con la finalidad de tener una sola base de datos consolidada. • Usar software libre para los futuros módulos garantizará la reducción de costos en mantenimiento. • Integrar este sistema al sistema general de la universidad para brindar un servicio completo.

Anexo D: Malla curricular de Ingeniería de Sistemas e Informática 2013-II.

Tabla 21: Listado de cursos I

CODIGO UCH	NOMBRE DEL CURSO	CI	HORAS	CANTIDAD DE ALUMNOS	CICLO
ISI1101	MATEMATICA I	1	5	60	1
ISI1102	TALLER DE LENGUAJE I	2	4	60	1
ISI1103	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO	3	4	60	1
ISI1104	FISICA I	4	5	60	1
ISI1105	ALGORITMICA I	5	6	60	1
ISI1106	ACTIVIDAD A	6	2	60	1
ISI1201	MATEMATICA II	7	5	60	2
ISI1202	TALLER DE LENGUAJE II	8	4	60	2
ISI1203	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES	9	5	60	2
ISI1204	FISICA II	10	5	60	2
ISI1205	ALGORITMICA II	11	6	60	2
ISI1206	ACTIVIDAD B	12	2	60	2
ISI1301	MATEMATICA III	13	5	60	3
ISI1302	ALGORITMICA III	14	6	60	3
ISI1303	ALGEBRA COMPUTACIONAL	15	6	60	3
ISI1304	TALLER DE DISEÑO GRAFICO	16	3	60	3
ISI1305	ECONOMIA	17	2	60	3
ISI1306	ACTIVIDAD C	18	2	60	3
ISI1401	MATEMATICA IV	19	5	60	4
ISI1402	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA	20	4	60	4
ISI1403	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA	21	4	60	4
ISI1404	CIRCUITOS DIGITALES	22	5	60	4
ISI1405	ADMINISTRACION Y ORGANIZACION	23	3	60	4
ISI1406	ESTRUCTURA DE DATOS	24	4	60	4
ISI1501	METODOS NUMERICOS	25	5	60	5
ISI1502	VISION HISTORICA DEL PERU Y DEL MUNDO	26	2	60	5
ISI1503	PROCESOS ESTOCASTICOS	27	5	60	5
ISI1504	SISTEMAS DIGITALES	28	5	60	5
ISI1505	INGENIERIA DE SOFTWARE I	29	5	60	5
ISI1506	COMPUTACION GRAFICA	30	5	60	5
ISI1507	BASE DE DATOS I	31	5	60	5
ISI1601	FILOSOFIA CIENCIA Y TECNOLOGIA	32	4	60	6
ISI1602	TELECOMUNICACIONES	33	5	60	6
ISI1603	INGENIERIA DE SOFTWARE II	34	5	60	6
ISI1604	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS	35	4	60	6

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

Tabla 22: Listado de cursos II

ISI1605	INVESTIGACION DE OPERACIONES I	36	5	60	6
ISI1606	BASE DE DATOS II	37	5	60	6
ISI1701	INGENIERIA DE CONTROL	38	5	60	7
ISI1702	INGENIERIA DE SOFTWARE III	39	6	60	7
ISI1703	SISTEMAS OPERATIVOS	40	5	60	7
ISI1704	INVESTIGACION DE OPERACIONES II	41	5	60	7
ISI1705	INGENIERIA DE NEGOCIOS	42	2	60	7
ISI1706	ETICA PROFESIONAL	43	2	60	7
ISI1801	REDES TELEMATICAS	44	5	60	8
ISI1802	INTELIGENCIA ARTIFICIAL I	45	5	60	8
ISI1803	SIMULACION	46	5	60	8
ISI1804	FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS	47	3	60	8
ISI1805	MARKETING	48	3	60	8
ISI1901	TALLER DE TESIS I	49	5	60	9
ISI1902	PRACTICA PROFESIONAL I	50	3	60	9
ISI1903	INTELIGENCIA ARTIFICIAL II	51	2	60	9
ISI1904	SISTEMAS DISTRIBUIDOS	52	5	60	9
ISI1905	GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS	53	3	60	9
ISI1906	DERECHO EMPRESARIAL E INFORMatico	54	3	60	9
ISI1907	ELECTIVO I	55	2	60	9
ISI2001	TALLER DE TESIS II	56	5	60	10
ISI2002	PRACTICA PROFESIONAL II	57	3	60	10
ISI2003	AUDITORIA DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION	58	3	60	10
ISI2004	GERENCIA INFORMATICA	59	3	60	10
ISI2005	ELECTIVO II	60	3	60	10
ISI2004	ELECTIVO	61	3	60	10

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

Anexo E: Codificación de docentes.

DOCENTE	CI
ATUNCAR GUZMAN JOSE AUGUSTO	1
MONTALBAN SAYAGO AMILCAR	2
TRUJILLO QUINDE ALEJANDRO	3
SOTOMAYOR PRADO JUAN CARLOS	4
TORRES ACOSTA CHRISTIAN SAIR	5
SICHA RODRIGUEZ EDITH ROXANA	6
ANCHANTE GARAVITO PATRICIA	7
MATEO TORRES JOSE LUIS	8
REYES DEL CARMEN HIPOLITO CESAR	9
TURIN LING MARCO ANTONIO	10
ALVARADO ROJAS FERNANDO	11
ROMERO MORENO SANDRA SILVIA	12
VALLEJOS ATTILANAO EDWIN	13
FLORENTINI NUÑEZ LUZ CARMELA	14
SOTELO CHICO JOSE CARLOS	15
ROSALES PAPA MARIA	16
MORILLO ACUÑA EDILBERTO	17
BELTOZAR CLEMENTE SAUL	18
VILCA SANCHEZ YONILN LINCOLN	19
QUIÑONES CUYABAMBA FLOR NORMA	20
FRANCISCO RODRIGUEZ DALTON VLADIMIR	21
ALVARADO RUBINA JUAN MAXIMO	22
ZAVALA BALDEON HECTOR ALEX	23
CABANILLAS CARBONELL MICHAEL ALEJANDRO	24
TARAZONA GIRALDO MIGUEL	25
CANTARO CONDOR EDWIN DANNY	26
MANGA CHAVEZ DIMITRI	27
CAMPOMANES BRAVO CARLOS RUBEN	28
OLIVARES TAPE PAULO CESAR	29

Figura 31: Listado de docentes codificados I

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

OLIVARES TAIBE PAULO CESAR	29
ANDRADE ARENAS LABERIANO	30
AREVALO VILLANUEVA MANUEL	31
ZUZUNAGA HUAITA IVAN EDILBERTO SOCRATES	32
MUÑOZ CHOQUE PABLO EMERSON	33
MENDIOLA MOGOLLON CARLOS ENRIQUE	34
PUCUHUAYTA REVATTA FELIX ROGELIO	35
MAURTUA ALVA JOSE GABRIEL	36
SALAZAR RODENAS ALFREDO JULIO	37
SALINAS AQUIJE TEOFILO WILLIAMS	38
VASQUEZ PARAGULLA JUAN JULIO	39
CRUZATA MARTINEZ ALEJANDRO	40
ESPIRITU AVILA ANDRES ROBERT	41
ARIAS CHACALTANA MARCO ANTONIO	42
HUAMANI HUAMANI EDILBERTO SEGUNDO	43
ASPILCUETA BORHQUIS EDITH ORTENSIA	44
CARRANZA PURCA MARLO	45
SALAS RAMIREZ TOMAS	46
MORAN RAMOS LUIS DANIEL	47
TINOCO GOMEZ OSCAR RAFAEL	48
HUAMANI AYALA CESAR FERNANDO	49
ROJAS GALINDO EDMUNDO JOSE	50
HUNOJOSA SANCHEZ RAUL SIXTO	51
MELGAREJO SOLIS RONALD	52
CORAL YGNACIO MARCO ANTONIO	53
GONZALES SUAREZ ALEX ALFONSO	54
NUÑEZ MEDRANO YURI	55
CORDOVA NERI TEODORO LUCIANO	56
LAPA ASTO ULISES	57
ROCA REATEGUI RONAL RONALDO	58
QUIROZ QUESADA TANIA	59

Figura 32: Listado de docentes codificados II

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

Anexo F: Codificación de periodos, días y asistencia.

PERIODO	CI
8:00 - 8:45	1
8:45 - 9:30	2
9:30 - 10:15	3
10:15 - 11:00	4
11:00 - 11:45	5
11:45 - 12:30	6
12:30 - 13:15	7
13:15 - 14:00	8
16:40 - 17:20	9
17:20 - 18:00	10
18:00 - 18:40	11
18:40 - 19:20	12
19:20 - 20:00	13
20:00 - 20:40	14
20:40 - 21:20	15
21:20 - 22:00	16

ASISTENCIA	CI
ASISTE	1
NO ASISTE	0

DIAS	CI
LUNES	1
MARTES	2
MIERCOLES	3
JUEVES	4
VIERNES	5

Figura 33: Codificación de periodos, días y asistencia

Anexo G: Horarios académicos periodo 2013.



ESPECIALIDAD :INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA
SECCION :ISI01MA

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
08:00 - 08:45	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto 303	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 303	FISICA I trujillo quinde alejandro 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO sotomayor prado juan carlos 303	ACTIVIDAD A torres acosta christian sair 303	
08:45 - 09:30	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto 303	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 303	FISICA I trujillo quinde alejandro 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO sotomayor prado juan carlos 303	ACTIVIDAD A torres acosta christian sair 303	
09:30 - 10:15	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto 303	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 303	FISICA I trujillo quinde alejandro 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO sotomayor prado juan carlos 303	TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 303	
10:15 - 11:00	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto LAB 201	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 303	FISICA I trujillo quinde alejandro 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO sotomayor prado juan carlos 303	TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 303	
11:00 - 11:45	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto LAB 201	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 303	FISICA I trujillo quinde alejandro 303		TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 303	
11:45 - 12:30	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto LAB 201				TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 303	

Figura 34: Horario 1er ciclo turno mañana A

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
08:00 - 08:45		ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto 501	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 501	FISICA I trujillo quinde alejandro 501	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO anchante garavito patricia 501	
08:45 - 09:30	TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 501	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto 501	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 501	FISICA I trujillo quinde alejandro 501	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO anchante garavito patricia 501	
09:30 - 10:15	TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 501	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto 501	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 501	FISICA I trujillo quinde alejandro 501	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO anchante garavito patricia 501	
10:15 - 11:00	TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 501	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto LAB 202	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 501	FISICA I trujillo quinde alejandro 501	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO anchante garavito patricia 501	
11:00 - 11:45	TALLER DE LENGUAJE I sicha rodriguez edith roxana 501	ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto LAB 202	MATEMATICA I montalban sayago amilcar 501	FISICA I trujillo quinde alejandro 501	ACTIVIDAD A torres acosta christian sair 501	
11:45 - 12:30		ALGORITMICA I atuncar guzman jose agosto LAB 202			ACTIVIDAD A torres acosta christian sair 501	

Figura 35: Horario 1er ciclo turno mañana B

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40			ACTIVIDAD A turin ling marco antonio 303	TALLER DE LENGUAJE I romero moreno sandra silvia 303	ALGORITMICA I vallejos attilano edwin 303	
18:40 - 19:20	FISICA I mateo torres jose luis 303	MATEMATICA I reyes del carmen hipolito cesar 303	ACTIVIDAD A turin ling marco antonio 303	TALLER DE LENGUAJE I romero moreno sandra silvia 303	ALGORITMICA I vallejos attilano edwin 303	
19:20 - 20:00	FISICA I mateo torres jose luis 303	MATEMATICA I reyes del carmen hipolito cesar 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO alvarado rojas fernando 303	TALLER DE LENGUAJE I romero moreno sandra silvia 303	ALGORITMICA I vallejos attilano edwin 303	
20:00 - 20:40	FISICA I mateo torres jose luis 303	MATEMATICA I reyes del carmen hipolito cesar 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO alvarado rojas fernando 303	TALLER DE LENGUAJE I romero moreno sandra silvia 303	ALGORITMICA I vallejos attilano edwin LAB 201	
20:40 - 21:20	FISICA I mateo torres jose luis 303	MATEMATICA I reyes del carmen hipolito cesar 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO alvarado rojas fernando 303		ALGORITMICA I vallejos attilano edwin LAB 201	
21:20 - 22:00	FISICA I mateo torres jose luis 303	MATEMATICA I reyes del carmen hipolito cesar 303	METODOLOGIA DEL TRABAJO UNIVERSITARIO alvarado rojas fernando 303		ALGORITMICA I vallejos attilano edwin LAB 201	

Figura 36: Horario 1er ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	VIERNES	VIERNES	VIERNES	VIERNES	VIERNES	SABADO
08:00 - 08:45	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES florentini nuñez luz carmela 502		ALGORITMICA II atuncar guzman jose agosto 502	TALLER DE LENGUAJE II rosales papa maria 502	FISICA II beltozar clemente saul 502	
08:45 - 09:30	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES florentini nuñez luz carmela 502		ALGORITMICA II atuncar guzman jose agosto 502	TALLER DE LENGUAJE II rosales papa maria 502	FISICA II beltozar clemente saul 502	
09:30 - 10:15	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES florentini nuñez luz carmela 502		ALGORITMICA II atuncar guzman jose agosto 502	TALLER DE LENGUAJE II rosales papa maria 502	FISICA II beltozar clemente saul 502	
10:15 - 11:00	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES florentini nuñez luz carmela 502	MATEMATICA II sotelo chico jose carlos 502	ALGORITMICA II atuncar guzman jose agosto LAB 201	TALLER DE LENGUAJE II rosales papa maria 502	FISICA II beltozar clemente saul 502	
11:00 - 11:45	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES florentini nuñez luz carmela 502	MATEMATICA II sotelo chico jose carlos 502	ALGORITMICA II atuncar guzman jose agosto LAB 201	ACTIVIDAD B morillo acuña ediliberto 502	FISICA II beltozar clemente saul 502	
11:45 - 12:30		MATEMATICA II sotelo chico jose carlos 502	ALGORITMICA II atuncar guzman jose agosto LAB 201	ACTIVIDAD B morillo acuña ediliberto 502		
12:30 - 13:15		MATEMATICA II sotelo chico jose carlos 502				
13:15 - 14:00		MATEMATICA II sotelo chico jose carlos 502				

Figura 37: Horario 2do ciclo turno mañana

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40	ALGORITMICA II vallejos attilano edwin 501			TALLER DE LENGUAJE II francisco rodriguez dalton vladimir 501		
18:40 - 19:20	ALGORITMICA II vallejos attilano edwin 501	MATEMATICA II vilca sanchez yoniln lincoln 501	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES quiñonez cuyubamba flor norma 501	TALLER DE LENGUAJE II francisco rodriguez dalton vladimir 501	FISICA II zavala baldeon hector alex 501	
19:20 - 20:00	ALGORITMICA II vallejos attilano edwin 501	MATEMATICA II vilca sanchez yoniln lincoln 501	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES quiñonez cuyubamba flor norma 501	TALLER DE LENGUAJE II francisco rodriguez dalton vladimir 501	FISICA II zavala baldeon hector alex 501	
20:00 - 20:40	ALGORITMICA II vallejos attilano edwin LAB 201	MATEMATICA II vilca sanchez yoniln lincoln 501	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES quiñonez cuyubamba flor norma 501	TALLER DE LENGUAJE II francisco rodriguez dalton vladimir 501	FISICA II zavala baldeon hector alex 501	
20:40 - 21:20	ALGORITMICA II vallejos attilano edwin LAB 201	MATEMATICA II vilca sanchez yoniln lincoln 501	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES quiñonez cuyubamba flor norma 501	ACTIVIDAD B alvarado rubina juan maximo 501	FISICA II zavala baldeon hector alex 501	
21:20 - 22:00	ALGORITMICA II vallejos attilano edwin LAB 201	MATEMATICA II vilca sanchez yoniln lincoln 501	ESTADISTICA Y PROBABILIDADES quiñonez cuyubamba flor norma 501	ACTIVIDAD B alvarado rubina juan maximo 501	FISICA II zavala baldeon hector alex 501	

Figura 38: Horario 2do ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
08:00 - 08:45	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 503	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 503	ACTIVIDAD C manga chavez dimitri 503	ALGEBRA COMPUTACIONAL olivares taipe paulo cesar 503		
08:45 - 09:30	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 503	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 503	ACTIVIDAD C manga chavez dimitri 503	ALGEBRA COMPUTACIONAL olivares taipe paulo cesar 503		
09:30 - 10:15	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 503	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 503	ECONOMIA campomanes bravo carlos ruben 503	ALGEBRA COMPUTACIONAL olivares taipe paulo cesar 503		
10:15 - 11:00	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 202	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 503	ECONOMIA campomanes bravo carlos ruben 503	ALGEBRA COMPUTACIONAL olivares taipe paulo cesar LAB 201		
11:00 - 11:45	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 202	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 503		ALGEBRA COMPUTACIONAL olivares taipe paulo cesar LAB 201		
11:45 - 12:30	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 202	TALLER (DISENO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 203		ALGEBRA COMPUTACIONAL olivares taipe paulo cesar LAB 201		
12:30 - 13:15		TALLER (DISENO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 203				
13:15 - 14:00		TALLER (DISENO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 203				

Figura 39: Horario 3er ciclo turno mañana A

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADOS
08:00 - 08:45		ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano 504	ECONOMIA campomanes bravo carlos ruben 504	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 504	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 504	
08:45 - 09:30		ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano 504	ECONOMIA campomanes bravo carlos ruben 504	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 504	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 504	
09:30 - 10:15		ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano 504	ACTIVIDAD C manga chavez dimitri 504	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 504	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 504	
10:15 - 11:00		ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano LAB 201	ACTIVIDAD C manga chavez dimitri 504	MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 504	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 202	
11:00 - 11:45		ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano LAB 201		MATEMATICA III tarazona giraldo miguel 504	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 202	
11:45 - 12:30		ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano LAB 201		TALLER (DISENO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 202	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 202	
12:30 - 13:15				TALLER (DISENO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 202		
13:15 - 14:00				TALLER (DISENO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 202		

Figura 40: Horario 3er ciclo turno mañana B

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40		ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 502	ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano LAB 201	TALLER (DISEÑO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 203	ACTIVIDAD C zuzunaga huaita ivan edilberto socrates 502	
18:40 - 19:20	MATEMATICA III arevalo villanueva manuel 502	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 502	ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano LAB 201	TALLER (DISEÑO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 203	ACTIVIDAD C zuzunaga huaita ivan edilberto socrates 502	
19:20 - 20:00	MATEMATICA III arevalo villanueva manuel 502	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro 502	ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano LAB 201	TALLER (DISEÑO GRAFICO) cantaro condor edwin danny LAB 203	ECONOMIA muñoz choque pablo emerson 502	
20:00 - 20:40	MATEMATICA III arevalo villanueva manuel 502	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 203	ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano 502		ECONOMIA muñoz choque pablo emerson 502	
20:40 - 21:20	MATEMATICA III arevalo villanueva manuel 502	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 203	ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano 502			
21:20 - 22:00	MATEMATICA III arevalo villanueva manuel 502	ALGORITMICA III cabanillas carbonell michael alejandro LAB 203	ALGEBRA COMPUTACIONAL andrade arenas laberiano 502			

Figura 41: Horario 3er ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
08:00 - 08:45		CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 505	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA pucuhuayla revatta felix rogelio 505	MATEMATICA IV montalban sayago amilcar 505	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA maurtua alva jose gabriel 505	
08:45 - 09:30		CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 505	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA pucuhuayla revatta felix rogelio 505	MATEMATICA IV montalban sayago amilcar 505	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA maurtua alva jose gabriel 505	
09:30 - 10:15		CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 505	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA pucuhuayla revatta felix rogelio 505	MATEMATICA IV montalban sayago amilcar 505	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA maurtua alva jose gabriel 505	
10:15 - 11:00		CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 505	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA pucuhuayla revatta felix rogelio 505	MATEMATICA IV montalban sayago amilcar 505	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA maurtua alva jose gabriel 505	
11:00 - 11:45		CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 505	ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio 505	MATEMATICA IV montalban sayago amilcar 505	ADMINISTRACION Y ORGANIZACION salazar rodenas alfredo julio 505	
11:45 - 12:30			ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio 505		ADMINISTRACION Y ORGANIZACION salazar rodenas alfredo julio 505	
12:30 - 13:15			ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio LAB 201		ADMINISTRACION Y ORGANIZACION salazar rodenas alfredo julio 505	
13:15 - 14:00			ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio LAB 201			

Figura 42: Horario 4to ciclo turno mañana

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40	ADMINISTRACION Y ORGANIZACION salazar rodenas alfredo julio 503		ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio 503	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA espiritu avila andres robert 503		
18:40 - 19:20	ADMINISTRACION Y ORGANIZACION salazar rodenas alfredo julio 503	MATEMATICA IV salinas aquiye teofilo williams 503	ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio 503	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA espiritu avila andres robert 503	CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 503	
19:20 - 20:00	ADMINISTRACION Y ORGANIZACION salazar rodenas alfredo julio 503	MATEMATICA IV salinas aquiye teofilo williams 503	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA cruzata martinez alejandro 503	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA espiritu avila andres robert 503	CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 503	
20:00 - 20:40		MATEMATICA IV salinas aquiye teofilo williams 503	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA cruzata martinez alejandro 503	INTRODUCCION A LA FILOSOFIA espiritu avila andres robert 503	CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 503	
20:40 - 21:20		MATEMATICA IV salinas aquiye teofilo williams 503	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA cruzata martinez alejandro 503	ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio LAB 202	CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 503	
21:20 - 22:00		MATEMATICA IV salinas aquiye teofilo williams 503	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA cruzata martinez alejandro 503	ESTRUCTURA DE DATOS vasquez paragulla juan julio LAB 202	CIRCUITOS DIGITALES mendiola mogollon carlos enrique 503	

Figura 43: Horario 4to ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADOS
08:00 - 08:45	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio LAB 201	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 506	VISION HISTORICA DEL PERU Y DEL MUNDO aspilcueta borhquis edith ortensia 506	BASE DE DATOS I atuncar guzman jose agosto 506	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 201	
08:45 - 09:30	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio LAB 201	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 506	VISION HISTORICA DEL PERU Y DEL MUNDO aspilcueta borhquis edith ortensia 506	BASE DE DATOS I atuncar guzman jose agosto 506	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 201	
09:30 - 10:15	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio LAB 201	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 506	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo 506	BASE DE DATOS I atuncar guzman jose agosto 506	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 201	
10:15 - 11:00	PROCESOS ESTOCASTICOS quiñonez cuyubamba flor norma 506	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 506	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo 506	BASE DE DATOS I atuncar guzman jose agosto LAB 202	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 201	
11:00 - 11:45	PROCESOS ESTOCASTICOS quiñonez cuyubamba flor norma 506	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 506	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo 506	BASE DE DATOS I atuncar guzman jose agosto LAB 202	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 201	
11:45 - 12:30	PROCESOS ESTOCASTICOS quiñonez cuyubamba flor norma 506	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio 506	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo LAB 202			
12:30 - 13:15	PROCESOS ESTOCASTICOS quiñonez cuyubamba flor norma 506	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio 506	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo LAB 202			
13:15 - 14:00	PROCESOS ESTOCASTICOS quiñonez cuyubamba flor norma 506		METODOS NUMERICOS carranza purca marlo LAB 202			

Figura 44: Horario 5to ciclo turno mañana

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
17:20 - 18:00		INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio 507	VISION HISTORICA DEL PERU Y DEL MUNDO moran ramos luis daniel 507			
18:00 - 18:40	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio LAB 203	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio 507	VISION HISTORICA DEL PERU Y DEL MUNDO moran ramos luis daniel 507	PROCESOS ESTOCASTICOS tinoco gomez oscar rafael 507		
18:40 - 19:20	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio LAB 203	BASE DE DATOS I salas ramirez tomas LAB 202	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 507	PROCESOS ESTOCASTICOS tinoco gomez oscar rafael 507	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 202	
19:20 - 20:00	INGENIERIA DE SOFTWARE I arias chacaltana marco antonio LAB 203	BASE DE DATOS I salas ramirez tomas LAB 202	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 507	PROCESOS ESTOCASTICOS tinoco gomez oscar rafael 507	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 202	
20:00 - 20:40	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo LAB 202	BASE DE DATOS I salas ramirez tomas 507	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 507	PROCESOS ESTOCASTICOS tinoco gomez oscar rafael 507	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 202	
20:40 - 21:20	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo LAB 202	BASE DE DATOS I salas ramirez tomas 507	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 507	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo 507	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 202	
21:20 - 22:00	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo LAB 202	BASE DE DATOS I salas ramirez tomas 507	SISTEMAS DIGITALES huamani huamani edilberto segundo 507	METODOS NUMERICOS carranza purca marlo 507	COMPUTACION GRAFICA cantaro condor edwin danny LAB 202	

Figura 45: Horario 5to ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADÓ
17:20 - 18:00				BASE DE DATOS II salas ramirez tomas 504		
18:00 - 18:40			BASE DE DATOS II salas ramirez tomas LAB 301	BASE DE DATOS II salas ramirez tomas 504		
18:40 - 19:20	TELECOMUNICACIONES huamaní ayala cesar fernando 504	INGENIERIA DE SOFTWARE II arias chacaltana marco antonio 504	BASE DE DATOS II salas ramirez tomas LAB 301	BASE DE DATOS II salas ramirez tomas 504	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I olivares taipe paulo cesar 504	
19:20 - 20:00	TELECOMUNICACIONES huamaní ayala cesar fernando 504	INGENIERIA DE SOFTWARE II arias chacaltana marco antonio 504	FILOSOFIA CIENCIA Y TECNOLOGIA rojas galindo edmundio jose 504	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS hinojosa sanchez raul sexto 504	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I olivares taipe paulo cesar 504	
20:00 - 20:40	TELECOMUNICACIONES huamaní ayala cesar fernando 504	INGENIERIA DE SOFTWARE II arias chacaltana marco antonio LAB 202	FILOSOFIA CIENCIA Y TECNOLOGIA rojas galindo edmundio jose 504	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS hinojosa sanchez raul sexto 504	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I olivares taipe paulo cesar 504	
20:40 - 21:20	TELECOMUNICACIONES huamaní ayala cesar fernando 504	INGENIERIA DE SOFTWARE II arias chacaltana marco antonio LAB 202	FILOSOFIA CIENCIA Y TECNOLOGIA rojas galindo edmundio jose 504	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS hinojosa sanchez raul sexto 504	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I olivares taipe paulo cesar LAB 203	
21:20 - 22:00	TELECOMUNICACIONES huamaní ayala cesar fernando 504	INGENIERIA DE SOFTWARE II arias chacaltana marco antonio LAB 202	FILOSOFIA CIENCIA Y TECNOLOGIA rojas galindo edmundio jose 504	ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS hinojosa sanchez raul sexto 504	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES I olivares taipe paulo cesar LAB 203	

Figura 46: Horario 6to ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40		INGENIERIA DE SOFTWARE III melgarejo solis ronald 505				
18:40 - 19:20	INGENIERIA DE NEGOCIOS melgarejo solis ronald LAB 201	INGENIERIA DE SOFTWARE III melgarejo solis ronald 505	INVESTIGACION DE OPERACIONES II olivares taipe paulo cesar 505	SISTEMAS OPERATIVOS coral ygnacio marco antonio LAB 202	INGENIERIA DE CONTROL gonzales suarez alex alfonso 505	
19:20 - 20:00	INGENIERIA DE NEGOCIOS melgarejo solis ronald LAB 201	INGENIERIA DE SOFTWARE III melgarejo solis ronald 505	INVESTIGACION DE OPERACIONES II olivares taipe paulo cesar 505	SISTEMAS OPERATIVOS coral ygnacio marco antonio LAB 202	INGENIERIA DE CONTROL gonzales suarez alex alfonso 505	
20:00 - 20:40	ETICA PROFESIONAL sotomayor prado juan carlos 505	INGENIERIA DE SOFTWARE III melgarejo solis ronald LAB 201	INVESTIGACION DE OPERACIONES II olivares taipe paulo cesar 505	SISTEMAS OPERATIVOS coral ygnacio marco antonio LAB 202	INGENIERIA DE CONTROL gonzales suarez alex alfonso 505	
20:40 - 21:20	ETICA PROFESIONAL sotomayor prado juan carlos 505	INGENIERIA DE SOFTWARE III melgarejo solis ronald LAB 201	INVESTIGACION DE OPERACIONES II olivares taipe paulo cesar LAB 203	SISTEMAS OPERATIVOS coral ygnacio marco antonio 505	INGENIERIA DE CONTROL gonzales suarez alex alfonso 505	
21:20 - 22:00		INGENIERIA DE SOFTWARE III melgarejo solis ronald LAB 201	INVESTIGACION DE OPERACIONES II olivares taipe paulo cesar LAB 203	SISTEMAS OPERATIVOS coral ygnacio marco antonio 505	INGENIERIA DE CONTROL gonzales suarez alex alfonso 505	

Figura 47: Horario 7mo ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40					FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS lapa asto ulises	
18:40 - 19:20	INTELIGENCIA ARTIFICIAL I nuñez medrano yuri 506	REDES TELEMATICAS gonzales suarez alex alfonso LAB 201	SIMULACION cordova neri teodoro luciano 506		FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS lapa asto ulises	
19:20 - 20:00	INTELIGENCIA ARTIFICIAL I nuñez medrano yuri 506	REDES TELEMATICAS gonzales suarez alex alfonso LAB 201	SIMULACION cordova neri teodoro luciano 506		FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS lapa asto ulises	
20:00 - 20:40	INTELIGENCIA ARTIFICIAL I nuñez medrano yuri LAB 203	REDES TELEMATICAS gonzales suarez alex alfonso 506	SIMULACION cordova neri teodoro luciano LAB 201	MARKETING salazar rodenas alfredo julio 506		
20:40 - 21:20	INTELIGENCIA ARTIFICIAL I nuñez medrano yuri LAB 203	REDES TELEMATICAS gonzales suarez alex alfonso 506	SIMULACION cordova neri teodoro luciano LAB 201	MARKETING salazar rodenas alfredo julio 506		
21:20 - 22:00	INTELIGENCIA ARTIFICIAL I nuñez medrano yuri LAB 203	REDES TELEMATICAS gonzales suarez alex alfonso 506	SIMULACION cordova neri teodoro luciano LAB 201	MARKETING salazar rodenas alfredo julio 506		

Figura 48: Horario 8vo ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40	PRACTICA PROFESIONAL roca reategui ronald rolando 601			TALLER DE TESIS I lapa asto ulises LAB 201		
18:40 - 19:20	PRACTICA PROFESIONAL roca reategui ronald rolando 601	INTELIGENCIA ARTIFICIAL II nuñez medrano yuri LAB 203		TALLER DE TESIS I lapa asto ulises LAB 201	SISTEMAS DISTRIBUIDOS coral ygnacio marco antonio 601	
19:20 - 20:00	PRACTICA PROFESIONAL roca reategui ronald rolando 601	INTELIGENCIA ARTIFICIAL II nuñez medrano yuri LAB 203	ELECTIVO salas ramirez tomas LAB 301	TALLER DE TESIS I lapa asto ulises LAB 201	SISTEMAS DISTRIBUIDOS coral ygnacio marco antonio 601	
20:00 - 20:40	GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS melgarejo solis ronald 601	DERECHO EMPRESARIAL E INFORMATICO quiroz quesada tania 601	ELECTIVO salas ramirez tomas LAB 301	TALLER DE TESIS I lapa asto ulises 601	SISTEMAS DISTRIBUIDOS coral ygnacio marco antonio LAB 301	
20:40 - 21:20	GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS melgarejo solis ronald 601	DERECHO EMPRESARIAL E INFORMATICO quiroz quesada tania 601		TALLER DE TESIS I lapa asto ulises 601	SISTEMAS DISTRIBUIDOS coral ygnacio marco antonio LAB 301	
21:20 - 22:00	GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS melgarejo solis ronald 601	DERECHO EMPRESARIAL E INFORMATICO quiroz quesada tania 601			SISTEMAS DISTRIBUIDOS coral ygnacio marco antonio LAB 301	

Figura 49: Horario 9no ciclo horario noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
18:00 - 18:40				ELECTIVO no determinado 602	AUDITORIA DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION arias chacaltana marco antonio 602	
18:40 - 19:20			TALLER DE TESIS II lapa asto ulises LAB 203	ELECTIVO no determinado 602	AUDITORIA DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION arias chacaltana marco antonio 602	
19:20 - 20:00			TALLER DE TESIS II lapa asto ulises LAB 203	ELECTIVO no determinado 602	AUDITORIA DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION arias chacaltana marco antonio 602	
20:00 - 20:40	PRACTICA PROFESIONAL roca reategui ronald rolando 602		TALLER DE TESIS II lapa asto ulises LAB 203	ELECTIVO salas ramirez tomas LAB 203	GERENCIA INFORMATICA melgarejo solis ronald 602	
20:40 - 21:20	PRACTICA PROFESIONAL roca reategui ronald rolando 602		TALLER DE TESIS II lapa asto ulises 602	ELECTIVO salas ramirez tomas LAB 203	GERENCIA INFORMATICA melgarejo solis ronald 602	
21:20 - 22:00	PRACTICA PROFESIONAL roca reategui ronald rolando 602		TALLER DE TESIS II lapa asto ulises 602	ELECTIVO salas ramirez tomas LAB 203	GERENCIA INFORMATICA melgarejo solis ronald 602	

Figura 50: Horario 10mo ciclo turno noche

Fuente: Universidad de Ciencias y Humanidades