



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICA
EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI -
EXTENSIÓN LA MANÁ.**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales

AUTORES:

Aviles Cortez Erika Patricia

Cedillo Duchicela Miguel Ángel

TUTOR:

Ing. M.Sc. Rodolfo Najarro Quintero

**LA MANÁ-ECUADOR
MAYO – SEPTIEMBRE 2020**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Aviles Cortez Erika Patricia, con C.I 120598964-1 y Cedillo Duchicela Miguel Ángel, con C.I 235026871.6, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICOS EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ!, siendo Ing. M.Sc. Rodolfo Najarro Quintero, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Aviles Cortez Erika Patricia
C.I: 120598964-1



Cedillo Duchicela Miguel Ángel
C.I: 235026871-6

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICOS EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”, de AVILES CORTEZ ERIKA PATRICIA y CEDILLO DUCHICELA MIGUEL ÁNGEL de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, septiembre 2020



Ing. M.Sc. Rodolfo Najarro Quintero

CI:1725234569

TUTOR


APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencia de la Ingeniería y Aplicada por cuanto los postulantes AVILES CORTEZ ERIKA PATRICIA y CEDILLO DUCHICELA MIGUEL ÁNGEL con el título de Proyecto de Investigación: “SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICOS EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.


Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, septiembre 2020

Para constancia firman:


Ing. M.Sc Johnny Bazaña
CI:1204827115
LECTOR 1 PRESIDENTE


Ing. M.Sc Edel Rodriguez
CI:1757223811
LECTOR 2 MIEMBRO


Ing. Mgtr. Jaime Cajas
CI:0502359250
LECTOR 3 SECRETARIO

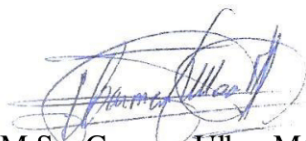
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente pongo a consideración que los señores estudiantes Erika Patricia Avilés Cortez y Miguel Ángel Cedillo Duchicela, realizaron su tesis en el Departamento de la Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el tema: “SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICOS EN LA SUBDIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ”, trabajo que fue presentado y admitido de manera satisfactoria.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

La Maná, 15 de septiembre del 2020

Atentamente,



M.Sc. Carmen Ulloa Méndez
CC: 1205871641

SUBDIRECTORA DE LA EXTENSIÓN LA MANÁ



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por el estudiante Egresado de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada, Aviles Cortez Erika Patricia y Cedillo Duchicela Miguel Angel cuyo título “SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICOS EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma..

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo las peticiones hacer uso del presente certificado de la manera ética que considere conveniente.

La Maná, Septiembre del 2020

Atentamente,

MSc. Ramón Amores Sebastián Fernando
C.I: 050301668-5
DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a mi madre por ayudarme con la crianza de mis hijos para que yo pudiera cumplir mi sueño de culminar la universidad. A mis hijos por el buen comportamiento que han tenido mientras yo realizaba mi preparación profesional.

A los docentes por guiarme con sus conocimientos. Además, un cordial agradecimiento al Ing. Rodolfo Najarro, Ing. Edel Rodríguez y al Ing. Johnny Bajaña por su incondicional apoyo en momentos de dificultades.

Erika

A Dios, por su guía durante toda mi vida estudiantil y personal, por los retos y bendiciones que puso en mi camino para cumplir mis objetivos. A mis padres por su ejemplo y guía durante toda mi vida, su apoyo incondicional y confianza, gracias a su apoyo estoy culminando con éxito una etapa más en mi vida.

A los docentes por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi vida estudiantil, que serán esenciales para mi desempeño en mi futuro profesional. Especial agradecimiento a los Ing. Rodolfo Najarro e Ing. Edel Rodríguez por su apoyo en toda mi vida universitaria.

Miguel

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo y por ende esta meta cumplida principalmente a mis hijos, Sergio y Heinert. A mi madre, mis hermanos, mis sobrinos y a mi familia en general para incentivarles con un ejemplo de vida y demostrarles que todo lo que uno se plantee lo podemos cumplir.

Erika

El presente trabajo de investigación está dedicado primordialmente a Dios por ser mi principal guía durante toda mi vida tanto académica como personal, acompañándome y bendiciéndome en el cumplimiento de todas mis metas.

A mis padres por su apoyo incondicional durante toda mi vida estudiantil, por inculcarme valores y principios que fueron fundamentales en el cumplimiento de mis metas y objetivos durante toda mi vida.

Miguel

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

TÍTULO: “SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICAS EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ.”

Autores:

Aviles Cortez Erika Patricia

Cedillo Duchicela Miguel Ángel

RESUMEN

El propósito principal del trabajo investigativo es colaborar con la solución a la problemática que presenta la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Extensión La Maná al inicio de ciclo con respecto a la gestión de los horarios académicos (GHA), por tal razón, de manera puntual se describe lo siguiente: Diseñar un prototipo de sistema experto utilizando técnica de inteligencia artificial (IA) para la asignación de horas académicas de docentes en un orden óptimo y laborable, de tal manera que minimicen los costos tanto de recursos materiales, tiempo como humano. Comúnmente las instituciones de educación superior e inclusive posgrado han enfocado su investigación en esta área, sin embargo, hasta la actualidad no se confirma de un algoritmo que provea solución completa y óptima debido a su complejidad. La técnica usada es el Algoritmo Genético (AG) de búsqueda basados en la genética natural para encontrar optimas aproximadas en tareas computacionales. Se manejó con herramientas colaborativas para la codificación en Python, este último por su popularidad en la programación de AI, utilizando principalmente las librerías: Genetic, para los procesamientos matemáticos y Tkinter, para el diseño de la interfaz gráfica. La investigación inició a través de la búsqueda en la literatura y el aporte de los resultados en trabajos similares. Para penetrar en el problema se mantuvo una entrevista in situ, información necesaria para establecer las necesidades de la institución y definir las limitaciones a considerar. Finalmente, se realizaron configuraciones de los parámetros del AG implementado alcanzando resultados favorables que muestran que, en efecto, la técnica del AG permite soluciones buenas con respecto a la asignación de horario de manera manual y por lo tanto el software puede ser adaptado fácilmente a la GHA.

Palabras clave: Algoritmo genético, problema de optimización, inteligencia artificial, asignación horaria.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

TÍTULO: “SISTEMA EXPERTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN ACADÉMICAS EN LA SUB-DIRECCION DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - EXTENSIÓN LA MANÁ.”

Autores:

Aviles Cortez Erika Patricia

Cedillo Duchicela Miguel Ángel

ABSTRACT

The main purpose of the research work is to collaborate with the solution to the problems presented by the Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), La Maná at the beginning of the cycle with respect to the management of academic schedules (GHA), for this reason, the following is described in a specific way: To design a prototype of an expert system using artificial intelligence (AI) technique for the assignment of academic hours of teachers in an optimal and workable order, in such a way that the costs of material resources, time and human resources are minimized. Commonly the institutions of higher education and even postgraduate have focused their research in this area, however, until now it is not confirmed of an algorithm that provides complete and optimal solution due to its complexity. The technique used is the Genetic Algorithm (GA) of search based on natural genetics to find approximate optimums in computational tasks. It was handled with collaborative tools for coding in Python, the latter for its popularity in AI programming, using mainly the libraries: Genetic, for mathematical processing and Tkinter, for the design of the graphical interface. The research started through a search in the literature and the contribution of the results in similar works. In order to penetrate the problem, an in-situ interview was held, information necessary to establish the needs of the institution and to define the limitations to be considered. Finally, configurations of the parameters of the implemented GA were made, reaching favorable results that show that, in effect, the technique of the GA allows good solutions with respect to the assignment of hours in a manual way and therefore the software can be easily adapted to the GHA.

Keywords: Genetic algorithm, optimization problem, artificial intelligence, time allocation

ÍNDICE GENERAL

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	IV
CERTIFICACIÓN.....	VI
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE GENERAL.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
INDICE DE GRÁFICOS	XV
INDICE DE CUADRO	XVI
INDICE DE ANEXOS	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5.1 MODELADO DEL PROBLEMA.....	5
5.2 ECUACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DEL PROBLEMA:.....	5
6. OBJETIVOS	6
6.1 OBJETIVO GENERAL	6
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1 PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN	8
8.2 SISTEMA EXPERTO	8
8.3 INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	8
8.4 TÉCNICA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	8
8.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS	15
8.6 FUNCIÓN FITNESS.....	15

8.7	HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE	15
8.8	ANTECEDENTES	18
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	20
10.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
10.1	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	21
10.2	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	21
10.3	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	22
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	22
11.1	RESULTADOS DE LA ENTREVISTA.....	22
11.2	DIAGRAMA DE BLOQUE.....	26
11.3	CODIFICACIÓN DEL AG.1	27
11.4	RENDIMIENTO DE LA CONFIGURACIÓN EN LOS PARÁMETROS DEL ALGORITMO GENÉTICO	31
11.5	COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA CONFIGURACIÓN DEL AG..	33
12.	IMPACTO SOCIAL, TÉCNICO Y ECONÓMICO	34
12.1	IMPACTO TÉCNICO.....	34
12.2	IMPACTO SOCIAL.....	34
12.3	IMPACTO ECONÓMICO	34
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	35
13.1	COSTOS DIRECTOS	35
13.2	COSTO INDIRECTO	35
13.3	COSTOS TOTALES	36
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
14.1	CONCLUSIONES.....	36
14.2	RECOMENDACIONES	37
15.	BIBLIOGRAFÍA	38
16.	ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2: Matriz de actividades y sistemas de tareas	7
Tabla 3: Formas de selección	13
Tabla 4: Formas de cruzamientos	14
Tabla 5: Ventajas y desventajas de los algoritmos genéticos	15
Tabla 6: Matriz de causa y efecto de la hipótesis	20
Tabla 7: Técnicas e Instrumentos de la investigación	22
Tabla 8: Configuraciones de parámetros del algoritmo genético	31
Tabla 9. Resultados de las configuraciones de los parámetros del algoritmo genético.....	32
Tabla 10: Resultado de las mejores configuraciones de parámetros del algoritmo genético ...	33
Tabla 11: Resultados en la comparativa de la configuración	34
Tabla 12: Configuración recomendada.....	34
Tabla 13: Costo del sistema.....	35
Tabla 14: Suministro de oficina	35
Tabla 15. Gastos de viáticos	35
Tabla 16: Costos totales.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de los algoritmos genéticos.....	11
Figura 2: Individuo genético binario	13
Figura 3: Diagrama de bloque del sistema	26
Figura 4: Pantalla principal del sistema – importar archivo Excel desde la computadora.....	50
Figura 5: Procesamiento del archivo cargado para luego mostrar los resultados – Se muestra la ubicación y el nombre del archivo seleccionado.....	51
Figura 6: Una vez procesado se muestra un mensaje con la cantidad de conflictos en el horario que al procesar surgieron.....	52
Figura 7: Se muestra los docentes y las carreras que se encuentran registrada en la base de datos del distributivo cargado	52
Figura 8: Se muestra la cantidad de docentes cargados desde el archivo Excel – Se muestra las materias con el horario del docente seleccionado.	53
Figura 9: Se muestra la cantidad de carreras en el cual el docente seleccionado imparte clases – Horarios con las materias en las carreras del docente seleccionado.....	53
Figura 10: Seleccionar la función que desea realizar “Descargar Actual” (se descargará solo el horario del docente el cual fue seleccionado), o “Descargar Todo” (se descargará todo el horario generado por el sistema	54
Figura 11: Opción para seleccionar aumentar, disminuir o dejar el tamaño del horario según la necesidad del usuario.....	54
Figura 12: Seleccionar la ubicación donde guardar el/los archivos generado por el sistema. .	55
Figura 13: Finalmente, se muestra un mensaje donde indica si el/los archivos se guardaron satisfactoriamente.....	55
Figura 14: Horario de docentes con las asignaturas por carrera guardado en un espacio del disco duro.....	56
Figura 15: Horario de docente con todas las asignaturas guardado en un espacio del disco duro.	56
Figura 16: Posible error	57

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Cantidad de alumnos por carrera.....	23
Gráfico 2: Cantidad de Docentes por carrera.	23
Gráfico 3: Cantidad de Aulas divididas en bloque.....	24
Gráfico 4: Cantidad de laboratorios.	24

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1: Codificación de la función fitness	27
Cuadro 2: Codificación de la función de inicialización	28
Cuadro 3: Codificación de la función crossover	28
Cuadro 4: Codificación de la función de mutación	29
Cuadro 5: Añadir o substraer operación en mutación	29
Cuadro 6: Codificación de la función del operador de evaluación	30

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista efectuada a la Sub directora de UTC Extensión La Mana.....	42
Anexo 2. Glosario de términos	43
Anexo 3. Curriculum vitae del docente tutor	44
Anexo 4. Curriculum Vitae de Investigador 1	46
Anexo 5. Curriculum vitae del investigador 2.....	48
Anexo 6. Guía del usuario	50

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

“Sistema Experto para la Optimización de la Gestión Académicos en la Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná”.

Fecha de inicio:	Mayo 2020
Fecha finalización:	Septiembre 2020
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná Cantón La Maná - provincia Cotopaxi, calle Almendros y Pujilí
Unidad académica que auspician:	Facultad en Ciencia de la Ingeniería y Aplicada (CIYA)
Carrera que auspicia:	Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales
Proyecto de investigación vinculado:	Desarrollo de Sistema de Información
Equipo de Trabajo:	
Tutor:	Ing. M.Sc Rodolfo Najarro Quintero
E-mail:	rodolfo.najarro@utc.edu.ec
Teléfono:	0987309973
Nombre:	Aviles Cortez Erika Patricia
E-mail:	erika.aviles9641@utc.edu.ec
Teléfono	0963616800
Nombre:	Cedillo Duchicela Miguel Ángel
E-mail:	miguel.cedillo@utc.edu.ec
Teléfono	0978870717
Área de conocimiento:	Tecnologías
Línea de investigación:	Tecnología de la Información y Comunicación (TICs)
Sub líneas de investigación de la Carrera:	Inteligencia Artificial e Inteligencia de Negocios. Ciencias Informática para la modelación de Sistemas de Información a través del desarrollo del software.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto a realizarse trata sobre un sistema experto para la gestión de los horarios académicos que ayudará a mejorar el proceso en su elaboración de los periodos futuros en la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Extensión La Maná, puesto que anteriormente se utilizan como herramienta principal el programa aSc Horario y en la actualidad se utiliza la herramienta ofimática Excel, programas que no cumple con las necesidades requerida por la institución.

Para la realización del proyecto se entabló comunicación con el personal encargado de la gestión y así tener conocimiento sobre el actual proceso de la gestión de los horarios en la universidad, así como también, será necesario realizar una exploración de los avances más importantes sobre técnicas de optimización usadas para la generación automática de horarios académicos.

Como punto clave se definen las restricciones para el proceso iterativo del algoritmo genético basándose en la problemática actual. Una vez establecidas las limitaciones se implementa técnicas de inteligencia artificial haciendo uso del algoritmo genético que permita generar horarios de clases en el menor tiempo posible. Por consiguiente, el prototipo es evaluado en cuanto al rendimiento se trata.

Finalmente, el sistema se encargará de generar los horarios semestrales automáticamente dando lugar a la expedición de un archivo en Excel con el distributivo correspondiente del ciclo precedente, por tanto, cumplirá con requisitos considerados por autoridades, como consecuencia, será de gran beneficio para la institución en especial para los directores de carreras, docentes, estudiantes y el encargado/a de la subdirección. En consecuencia, se obtendrá como resultados que la implementación del sistema gestor de horarios mejorará el nivel de eficiencia y eficacia en los procesos de los horarios académicos a realizarse cada semestre.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Tras la problemática que se presenta cada inicio de semestre en la elaboración de los horarios académicos de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC) Extensión La Maná, ha llevado a proponer un sistema experto que a más de cumplir con las expectativas que debe de tener un sistema generador de horarios, provea de una herramienta inteligente que facilite el procesamiento en la elaboración de horarios de los docentes.

El software informático proporcionará ventajas, tales como: facilitar y agilizar las actividades llevadas a cabo por el encargado/a de generar los horarios académicos, la optimización del uso de recursos como tiempo, además de proporcionar un distributivo de mejor calidad, esto hace que sea un proyecto factible.

La investigación parte de estudios previos sobre trabajos similares en donde se puede verificar que el problema de asignación de horarios no es solo de hoy en día, ya que se ha presentado en muchas instituciones educativas mostrando el potencial de las técnicas de Inteligencia Artificial, que a lo largo del tiempo se ha venido aplicando en casos reales permitiendo que el presente trabajo se centre en el algoritmo genético.

Desde el punto de vista práctico, el desarrollo del sistema será de gran aporte a las actividades de los horarios académicos; cubrirá las necesidades tanto de directores de carreras, docentes, alumnos, como de la subdirectora encargada de generar los horarios los mismos que se beneficiarán de tal forma que percibirán la correcta planificación de los horarios en la UTC – Extensión La Maná.

También se considera que actualmente trabajos de este tipo (aplicando técnicas de inteligencia artificial) no se ha desarrollado en proyectos de titulación en la institución, por ende, la implementación del sistema tendrá un impacto significativo ya que servirá como base para futuros trabajos de investigación.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos se encuentran compuesto por toda la comunidad académica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, setenta y dos docentes que incluye seis directores de carrera y mil setecientos ochenta y tres estudiantes, quienes perciben el resultado de la planificación de las actividades académicas cada ciclo. Mientras que la beneficiaria indirecta es la subdirectora, debido que ella es la encargada de realizar la gestión de los horarios académicos en la institución superior.

En conjunto suman un total de mil ochocientos cincuenta y cinco beneficiarios directos y un beneficiario indirecto. Véase **TABLA 1**.

Tabla 1. Matriz de beneficiarios del proyecto

BENEFICIARIOS	DIRECTOS	INDIRECTOS
Subdirectora		1
Directores de carreras	6	
Docentes	66	
Estudiantes	1783	
TOTAL		1856

Fuente: Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná

Elaborado por: Los autores.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las instituciones educativas tanto inicial, básicas y nivel superior gestionan a principio de cada ciclo escolar la tarea de asignación de horarios académicos, los mismos que pueden volverse tedioso dependiendo del mecanismo con el que cuente, ya sea por medio de programas descargados de la web, o por herramientas ofimáticas administrado manualmente por el personal encargado, convirtiéndose en un problema a corto y mediano plazo.

La UTC Extensión La Maná no queda absuelta del problema ya que anteriormente utilizaban un software llamada “aSc Horarios”, aplicación que no cumplía con los requerimientos funcionales acorde a las necesidades de la institución; en consecuencia, requerían de la necesidad de cambiar paulatinamente los resultados de forma manual por lo que se dio a la tarea de prescindir de su servicio.

Actualmente utilizan el sistema manual de ofimática conocido como Excel que es utilizado para la generación de los horarios académicos en donde el encargado de gestionar los horarios ingresa los datos de manera manual llevando a ocupar la mayor parte del tiempo en su

elaboración. Además, de no contar con una interfaz lo cual vuelve tediosa su utilización, dicho de otra manera, esto hace que sea poco práctico.

Por otra parte, a los docentes se les programa dos asignaturas en el mismo horario, puesto que al momento de impartir la cátedra de una materia que le fue asignado se cruza con el horario de otra materia, teniendo que acudir a los directores de carrera y estos a su vez recurren a la subdirectora encargada de los horarios, esto implica que se presenten cambios continuos y el tiempo de solución se extienda a varios días.

5.1 Modelado del problema

Para definir el modelo matemático del problema se ha considerado las restricciones que se enlistan a continuación:

- Solo puede haber una clase en el mismo salón de clases al mismo tiempo.
- La misma clase solo puede tener un curso al mismo tiempo.
- El mismo maestro solo puede tener una clase al mismo tiempo.
- La misma clase no puede tener la misma clase el mismo día.
- Se considera que todas las clases son dos horas.

Los recursos tomados en cuenta para la definir las variables son los siguientes:

CS = Clase en un salón particular en un tiempo particular.

CCurso = Clase en un mismo tiempo.

MC = Clases de un profesor al mismo tiempo

CDia = Clase en un mismo día

5.2 Ecuación del modelo matemático del problema:

$$\text{Min } Fo = \sum CS + \sum CCurso + \sum MC + \sum CDia$$

Fo = La función objetivo a minimizar

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Desarrollar un prototipo de un sistema experto aplicando técnicas de Inteligencia Artificial para la generación y optimización de horarios académicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

6.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual con respecto a la generación de horarios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Realizar una revisión del estado del arte de las técnicas para la generación automática de horarios académicos.
- Definir las restricciones para el proceso iterativo del algoritmo genético a partir del problema planteado.
- Implementar el algoritmo genético para la automatización de la gestión de los horarios académicos.
- Evaluar el rendimiento del prototipo implementado para la generación de horarios académicos.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Matriz de actividades y sistemas de tareas

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	RESULTADOS
Analizar la situación actual con respeto a la generación de horarios de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Programar reunión virtual con la subdirectora de la universidad encargada de la gestión de los horarios	La entrevista. Zoom (reunión virtual)	Situación actual sobre los mecanismos utilizados para generar los horarios
Realizar una revisión del estado del arte de las técnicas para la generación de optimización de horarios académicos.	Investigar antecedentes históricos sobre trabajos relacionados	Tesis Libros Artículos	Conocimiento de los avances de la inteligencia artificial al utilizar algoritmos de optimización. Historia de técnicas utilizadas para la generación automática de horarios
Definir las restricciones para el proceso iterativo del algoritmo genético a partir del problema planteado.	Definición de la función objetivo	Resultados de la entrevista realizada a la subdirectora de la UTC ext. La Maná	Numero de limitaciones obligatorias del problema con el fin de generar un horario factible.
Implementar el algoritmo genético para resolver el problema de la generación automática de horarios.	Ajustar la codificación del algoritmo genético a las necesidades del horario académico	Operadores genéticos	Generación de los horarios académicos.
Evaluar el rendimiento del prototipo implementado para la generación de horarios académicos.	Configuración de los parámetros del genético varias veces antes de la entrega oficial del sistema.	Prueba de caja blanca	Comparativas del error promedio a través de las generaciones realizadas.

Elaborado por: Los autores

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Problemas de optimización

El objetivo de estos problemas es encontrar el máximo o el mínimo de una determinada función sobre un conjunto finito de soluciones. Martí (2003).

8.2 Sistema experto

Son programas que simulan el comportamiento de los sistemas expertos de los humanos a la hora de resolver problemas... programas en los que se han reflejado el conocimiento humano. (Munarriz, 1994).

8.3 Inteligencia artificial

Son programas que simulan el comportamiento de los sistemas expertos de los humanos a la hora de resolver problemas... programas en los que se han reflejado el conocimiento humano. (Munarriz, 1994).

8.4 Técnica de Inteligencia Artificial

Son técnicas aplicadas a diferentes campos de investigación, además del desarrollo de aplicación en la rama de la inteligencia artificial. En los que se destacan los siguientes:

- Algoritmo evolutivo
- Redes neuronales
- Lógica Difusa.
- Algoritmos Genéticos

8.4.1 Algoritmo evolutivo

Son un esquema de representación que aplica una técnica de búsqueda de soluciones enfocadas a problema de optimización inspirada en la teoría de la evolución de Charles Darwin. La misma que se encuentra basada en algoritmo propio de selección de la naturaleza, con la esperanza de seguir un modelo de éxito análogo, relacionado a la adaptabilidad de los individuos a diferentes ambientes. (Valencia, 1997).

Los algoritmos evolutivos son metodologías fuertes de búsqueda, que permiten solucionar problemas de optimización donde la finalidad es hallar un conjunto de parámetros que minimizan o maximizan una función de adaptación (fitness). Valencia, P. E. 1997, August).

A continuación, se presenta las diferencias de los algoritmos evolutivos con los métodos tradicionales de búsqueda (Caballero, 2008)

- Codificación del conjunto de parámetros (en general no se evolucionan los parámetros directamente, sino que su codificación).
- Búsqueda en paralelo con una población de puntos.
- Uso de función de adaptación directamente (no se requiere de derivadas).
- Reglas de transición probabilísticas entre una iteración y otra. (Estévez, 1997)

8.4.2 Redes neuronales

Según las investigaciones de (Pajares Martinsanz & Santos Peñas, 2005) Las redes neuronales artificiales se componen en una técnica de gran volumen de procesamientos de manera paralela de la información que interpreta las características fundamentales de la estructura neuronal del cerebro biológico.

Una Red neuronal artificial es un conjunto de formada de neuronas que se encuentran interrelacionadas y reguladas en estructura de capas compuestas y al mismo tiempo cada una tiene un numero de neuronas. (Pajares M. & Santos P., 2005)

8.4.3 Lógica Difusa

(Pajares Martinsanz & Santos Peñas, 2005) señalan que la lógica difusa se encuentra basada en la percepción de que para todo se mide en grados, por tanto, facilita emplear información sin muchas especificaciones o complejas pero muy relevante para resolver problemas, a través de una cadena de normas de sentido común asimiladas con sistemas adaptativos que se alimentan del conocimiento de la persona o de la hipótesis que genera por un experto.

Lo principal de las técnicas de lógica difusa es por su capacidad de reproducción y de ser eficiente a al conocimiento humano a diferencia de la lógica clásica, (Pajares M. & Santos P.,2005).

8.4.4 Algoritmos genéticos (AGs)

Su término es usado por que simulan los procesos de la evolución al utilizar operadores genéticos, los mismos que son utilizados para operar sobre poblaciones de individuos evolucionados haciendo cambios de generación en generación. (Puris, 2009)

Los Algoritmos Genético es una técnica de la Inteligencia Artificial que emula la selección natural sobre un conjunto de individuo para buscar la mejor solución a un problema determinado sobre el que se desea ejecutar el proceso de optimización (...) pueden ocasionar la solución óptima pero no la mejor de todas, más aun, no para los problemas con grandes espacios de búsqueda, donde una buena aproximación óptima es la salida más probable. (Benítez, 2014).

Para un algoritmo genético lo primero que se realiza es establecer en qué espacio se hallan las posibles soluciones al problema que se procura resolver. En caso de tener una dificultad de optimización de una función cuyo dominio es un subconjunto de los números reales, entonces este subconjunto es al que nos describimos. (Kuri, A. 2000).

Pero el algoritmo manipula sobre códigos genéticos, sobre prototipos que se convendrán mapear al espacio de soluciones; es decir, es preciso codificar de alguna manera el dominio del problema para obtener estructuras plegables que puedan ser manipuladas por el AG. Kuri, A. (2000).

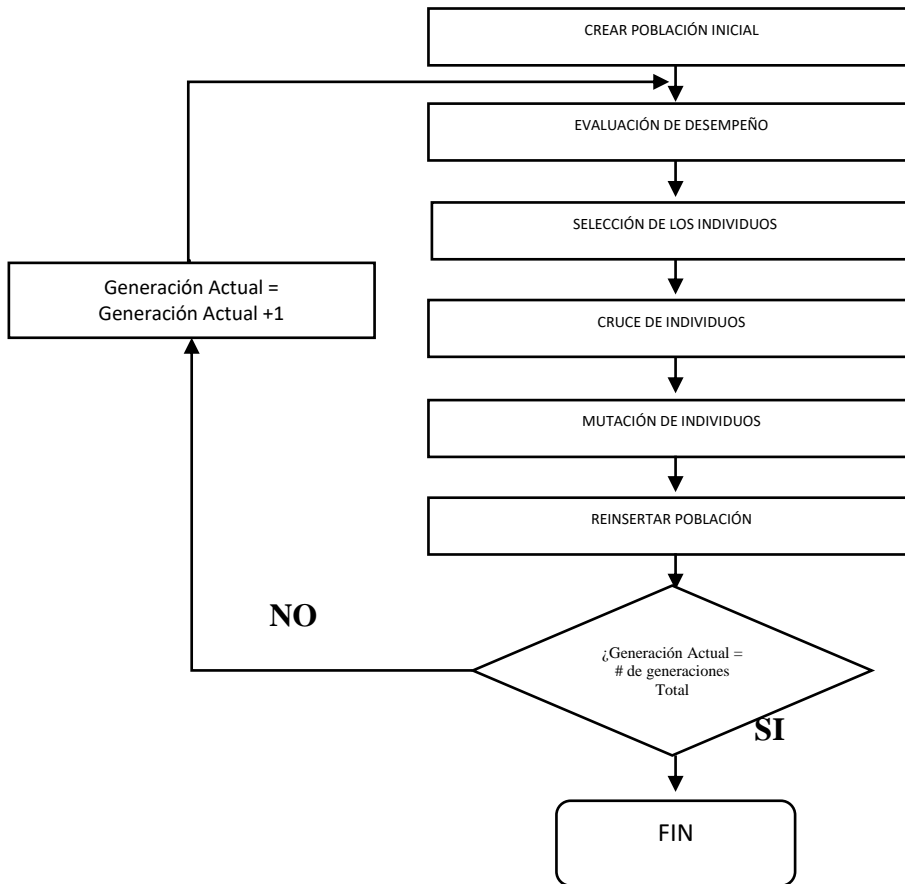
Como consecuencia de la codificación del problema, Kuri, A. (2000) nos muestra que “el algoritmo tomará como ingreso una población de códigos y a partir de ésta formará nuevas poblaciones, donde algunos códigos desaparecerán mientras que otros, que se mapean en mejores soluciones posibles, surgen con más repetición hasta que se halla una satisfactoria o hasta que se efectúa alguna otra condición de culminación.”

8.4.4.1 Estructura general de los algoritmos genéticos.

Los AGs comienza con una población inicial de soluciones aleatorias (población), cada individuo en la población se llama cromosoma el cual representa una solución al problema. Así mismo, los cromosomas evalúan una solución al problema a través de iteraciones sucesivas también llamadas generaciones; durante cada generación los nuevos cromosomas son evaluados usando las mediadas de actitud. (Ilber, 2010).

Los operadores de cruce y mutación seleccionan los cromosomas con mayor probabilidad de supervivencia a fin de realizar la exploración y explotación de la función objetivo; finalmente, se reinserta a la población actual, después de terminar el número de generaciones se selecciona al individuo con mayor desempeño el cual representa la solución más óptima. (Ilber, 2010).

Figura 1:Diagrama de flujo de los algoritmos genéticos



Fuente: Ilber (2010).

Elaborado por: Los autores

8.4.4.2 Componentes básicos de un algoritmo genético

- Se necesita una codificación o representación de la dificultad, que resulte conveniente al mismo.
- Una manera de establecer una población inicial de soluciones.
- Una función de acuerdo o ajuste al problema, también llamado función de evaluación la cual determina un número real a cada posible solución codificada.
- Durante la codificación del algoritmo, los padres, o sea, dos individuos pertenecientes a la población inicial, que son medios posibles deben ser seleccionados para la reproducción; paso seguido de esto, dichos padres seleccionados se cruzaran generando

dos hijos, nueva solución al problema, sobre cada uno de los cuales procederá un factor de alteración de acuerdo con una cierta probabilidad. (Ortega, R. 2003).

8.4.4.3 Parámetros de los algoritmos genéticos.

- ***Tamaño de la Población.***

(Arranz de la Peña & Parra Truyol, 2013) Puntea que este parámetro nos muestra el número de cromosomas que poseemos en nuestra población para una generación fija. En caso de que esta medida sea escasa, el algoritmo genético tiene pocas posibilidades de realizar reproducciones con lo que se ejecutaría una búsqueda de soluciones insuficiente y poco óptima.

(Arranz de la Peña & Parra Truyol, 2013) Establecen que, si la población es enorme, el algoritmo genético será excesivamente tardío. De hecho, estudios revelan que hay un límite a partir del cual es ineficaz realzar el tamaño de la población puesto que no se obtiene una mayor ligereza en la resolución de la dificultad

- ***Probabilidad de Cruce.***

(Arranz de la Peña & Parra Truyol, 2013) Indican la repetición con la que se ocasionan cruces entre los cromosomas padre, es decir, que haya posibilidad de reproducción entre ellos. Arranz. P, (2013) En caso de que no haya probabilidad de reproducción, los hijos serán copias puntuales se los padres. En caso de tener, los hijos tendrán partes de los cromosomas de los padres. Si la posibilidad de cruce es del 100% el hijo se crea completamente por cruce, no por partes.

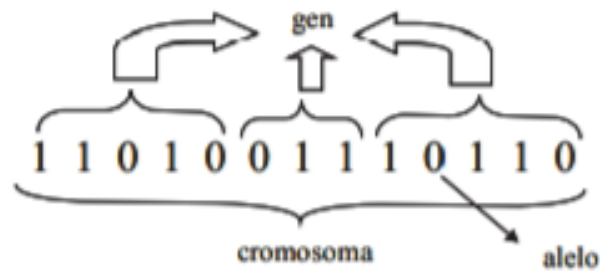
- ***Probabilidad de Mutación***

Nos enseña la frecuencia con la que los genes de un cromosoma son mutados. Si no hay alteración, los herederos son iguales a los que había tras la reproducción. En caso de que haya evoluciones, parte del cromosoma descendiente es reformado y si la posibilidad de mutación es del 100%, la totalidad del cromosoma se altera. (Arranz de la Peña & Parra Truyol, 2013)

8.4.4.4 Operadores de los Algoritmos genéticos

- ***Codificación de las Variables***

Se asigna un determinado número de bits a cada parámetro (...) El número de bits asignados dependerá del grado de ajuste que se desee alcanzar. (Gestal, 2010)

Figura 2: Individuo genético binario

Fuente: (Gestal, 2010)

- **Selección**

El proceso de selección busca elegir ciertos individuos de la población, quienes darán origen a las futuras reproducciones, Por lo general, la elección depende del valor de la función de valoración de cada individuo. (Goldberg, 1989).

Tabla 3: Formas de selección

Operador	Función
<i>Selección por ruleta</i>	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.
<i>Selección por torneo</i>	Escoger a los individuos genéticos en base a comparaciones directas entre sus genotipos.
<i>Selección por rango</i>	Introduce el mayor grado de elitismo posible, al mantener entre generaciones un porcentaje generalmente elevado, de los mejores individuos de la población

Fuente: (Gestal, 2010)

Elaborado por: Autores

- **Reproducción o Crossover**

En la fase de reproducción, se escoge, para cada hijo. De uno a N padres, la información genética de los distintos padres se mezcla mediante el operador crossover, Una vez mezclado los genes de los padres, se aplican mutaciones aleatoriamente al resultado, y su número depende de la tasa de mutación del algoritmo. (Mathivet, 2018)

En crossover, llamado operador de cruce, permite crear un nuevo descendiente partir de sus dos progenitores, mezclando la información genética (Mathivet, 2018)

Tabla 4: Formas de cruzamientos

<i>Operador</i>	<i>Función</i>
Crossover 1 Punto	Se cortan los cromosomas por un punto seleccionado aleatoriamente para generar dos segmentos diferenciados en cada uno de ellos: la cabeza y la cola.
Crossover 2 Puntos	Se realizan dos cortes en los cromosomas de los padres, se escoge el segmento central de uno de los padres y los segmentos laterales del otro padre.
Crossover Uniforme	Cada gen de la descendencia tiene las mismas probabilidades de pertenecer a uno u otro padre.
Crossover Aritmético	El gen de la descendencia toma el valor medio; la raíz cuadrada del producto de los genes de los padres; se toma la diferencia y se suma al valor más alto o se resta del valor más bajo.

Fuente: (Gestal, 2010)

Elaborado por: Autores

- **Mutación**

Consiste en alterar las características genéticas de un individuo, con el objeto de aumentar la probabilidad de exploración del espacio de búsqueda y disminuir el riesgo del estancamiento del algoritmo en óptimos locales. (Goldberg, 1989).

La mutación es el operador más característico de los algoritmos evolutivos, puesto que, al carecer de operador sobre cruzamiento, es el responsable de introducir variabilidad a la población de cromosomas. En consecuencia, si se considera que en los algoritmos evolutivos no tienen lugar la recombinación de cromosomas, simulándose, por tanto, la reproducción clara, los cromosomas hijos sin mutaciones serán idénticos a los de su progenitor, excepto para aquellos genes que hayan experimentado mutaciones. En el caso particular de los algoritmos genéticos su inclusión en el algoritmo es opcional. (Lahoz-Beltrá, 2010)

8.5 Ventajas y desventajas de los algoritmos genéticos

Tabla 5: Ventajas y desventajas de los algoritmos genéticos

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No tienen la necesidad de conocimiento en la resolución de un problema en específico o se incorpora de manera sencilla.	No hay garantía de solución óptima
Operan con varias soluciones intrínsecamente arrojando soluciones de difícil diseño.	Posible convergencia prematura ocasionada por una serie de inconvenientes de diferentes razones.
Suelen llegar a necesitar de mucho recurso computacional y depender de mucho de la configuración de parámetros como tamaño: cantidad poblacional, probabilidad de cruce, probabilidad de mutación, número de generaciones, entre otros.	Dependiendo de los parámetros a utilizar pueden tomar mucho tiempo en converger y hasta no hacerlo.
De fácil de implementación, ya que la única información necesaria es la función objetivo y las limitaciones a considerar.	Deben de acotarse a una población finita y sujeto a un espacio de búsqueda.

Elaborado por: Autores

8.6 Función Fitness

La función de fitness es una de las componentes principales de los Algoritmos evolutivos AEs. Ellas son las que permiten decidir qué individuos continúan en la población y cuales expiran. Es decir que si se obtienen funciones de fitness correctas los AEs pueden mantener su habilidad para encontrar soluciones adecuadas. (Roggero, P., Leguizamón, G., & Apolloni, J,2006)

Pero como se mencionó anteriormente, una de las principales dificultades en la aplicación de AEs a problemas del mundo real, es que los AEs necesitan un gran número de evaluaciones de la función de fitness, antes que se puedan obtener resultados satisfactorios. (Roggero, P., Leguizamón, G., & Apolloni, J,2006)

8.7 Herramientas para el desarrollo del software

8.7.1 Lenguaje de Programación Python

Python es un lenguaje de programación de interpretado, interactivo y orientado a objetos. En sus versiones incluye módulos, escritura dinámica, excepciones, trabaja con varios tipos de datos dinámicos utilizados en lenguaje de muy alto nivel y clases, además, más allá de la programación orientada a objetos permite múltiples paradigmas de programación, como la programación de procedimientos y funcionales. (Python, 2020)

Tiene interfaces para muchas llamadas del sistema y bibliotecas, así como a varios sistemas de ventanas, y es extensible en C o C++. Python maneja una sintaxis muy clara. También se puede usar como lenguaje de extensión para aplicaciones que necesitan una interfaz programable. Por último, Python es portátil: se ejecuta en muchas variantes de Unix, incluyendo Linux y macOS, y en Windows. (Python, 2020)

8.7.2 Jupyter Notebook

Aplicación cliente-servidor fue incorporada al mundo computacional en el año 2015 gracias a una organización sin ánimo de lucro denominado Proyecto Jupyter. Jupyter facilita la creación de documentos y compartirlos a través de la web en formato JSON con un formato de versiones además de datos de entrada y de salida. (Ruby, 2019)

Los Jupyter Notebook han sido ampliamente adoptados por muchas comunidades diferentes, tanto en la ciencia como en la industria. Apoyan la creación de documentos de programación alfabetizados que combinan código, texto y resultados de ejecución con visualizaciones y todo tipo de medios enriquecidos. (Pimentel, J. F., Murta, L., Braganholo, V., & Freire, J, 2019)

Los aspectos de auto documentación y la capacidad de reproducir resultados se han promocionado como beneficios importantes de los portátiles. Al mismo tiempo, ha habido una creciente crítica de que la forma en que se utilizan los portátiles conduce a comportamientos inesperados, fomenta prácticas de codificación deficientes y que sus resultados pueden ser difíciles de reproducir. (Pimentel, J. F., Murta, L., Braganholo, V., & Freire, J, 2019)

8.7.3 Librerías

8.7.3.1 Numpy

Numpy es una estantería para ser usada en Python facilitando codificación con vectores y matrices también conocido como array que suelen contener números enteros de todos tamaños y tipo ya sea números reales y booleanos, entre otros. Es esencialmente se incorpora para realizar análisis de datos, en informática científica y en el área del aprendizaje por computadoras. (Suárez L. & Suárez J., 2020)

Es una librería que proporciona las estructuras básicas de vectores multidimensionales y matrices, así como amplio conjunto de operaciones matemáticas para operar con estas estructuras. La funcionalidad con operaciones de algebra lineal, teoría probabilidad, procesado de señales, integraciones y estadísticas. (Miralles, 2020)

8.7.3.2 Pandas

Es una librería de análisis de datos de Python. Este módulo es de código abierto, con licencia BSD que nos permite trabajar con la importación y exportación de todos los formatos de ficheros de datos, así como con estructuras de datos de forma muy eficaz y fácil de usar. También dispone de herramientas de análisis de datos para el lenguaje de programación Python. (Vicente Virseda & Arias Gonzales, 2019)

8.7.3.3 Schedule

Permite ejecutar funciones de Python (o cualquier otra invocación) periódicamente a intervalos predeterminados utilizando una sintaxis simple y amigable para los humanos. La biblioteca se utiliza para programar una tarea a una hora determinada todos los días o un día determinado de la semana; también se puede establecer la hora en formato de 24 horas para que se ejecute una tarea. Básicamente, Schedule Library hace coincidir la hora de su sistema con la hora programada establecida. (GeeksforGeeks, 2018)

8.7.3.4 Genetic

Desarrollada por Korvigo, I. (2012). Librería que está diseñada para los procesamientos matemáticos, es decir, para la optimización numérica que se va a generar dentro del algoritmo genético. Los principales objetivos son la flexibilidad y la facilidad de uso.

8.7.3.5 Random

El módulo estándar implementa aleatoriamente un generador de números aleatorios. El uso es simple, devolviendo un número de punto flotante aleatorio en el intervalo (Suárez L. & Suárez J., 2020)

8.7.3.6 Tkinter

Con Python hay muchas posibilidades para programar una interfaz gráfica de usuario (GUI) pero Tkinter es fácil de usar, es multiplataforma y, además, viene incluido con Python en su versión para Windows, para Mac y para la mayoría de las distribuciones GNU/Linux. Tkinter es una adaptación de la biblioteca Tcl/Tk que está también disponible para otros lenguajes como Perl y Ruby. (Suárez L. & Suárez J., 2020)

8.7.3.7 Pillow

Se trata de una librería de manipulación de imágenes matriciales para Python y soporta los formatos BMP, GIF, PNG, TIGG, entre otros. Los dispositivos fotográficos digitales actuales permiten realizare fotografías de muy buena calidad y por lo tanto de grandes dimanaciones.

Una de las funcionalidades esenciales es poder redimensionar una fotografía. (Chazallet & Piqueres Juan, 2016)

Python Imaging Library (PIL) por sus siglas en ingles es un software libre utilizado para editar imágenes de una variedad de formatos directamente desde el lenguaje Python. Los más utilizados son: GIF, JPEG y PNG, Soporta en una. (Recursos PYTHON, 2014)

8.7.3.8 PrettyTable

Es una sencilla biblioteca de Python diseñada para que sea rápido y fácil representar datos tabulares en tablas ASCII visualmente atractivas. PrettyTable le permite controlar muchos aspectos de la tabla, como el ancho del relleno de columna, la alineación del texto dentro de las columnas, qué caracteres se utilizan para dibujar el borde de la tabla, si incluso desea un borde, y mucho más. Puede controlar qué subconjuntos de las columnas y filas se imprimen, y puede ordenar las filas por el valor de una columna determinada. (PrettyTable, 2020)

8.8 Antecedentes

En el campo de la investigación, en relación con el problema planteado se han encontrado los siguientes antecedentes, luego de revisar varias bibliografías entre ellas tesis, libros y artículos científicos:

En primera instancia se tiene la publicación de **Alfonso, M., Cazorla, M., Colomina, O., Escolano, F. & Lozano, M. en el año 2003. Libro que tiene como tema “Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación”** La finalidad del ejemplar es de aportar con un texto que sirva de base para implementar la Inteligencia Artificial en la carrera de informática. En el mismo trata de manera puntual los conceptos establecidos en el campo científico de la IA, entre ellos se encuentra; la búsqueda inteligente de soluciones, el razonamiento automático y lo más interesante, las áreas de aplicación de aplicación de la IA.

Igualmente, **Icarte, G. (2016) aporta su investigación a la literatura con su tema “Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática”**. Según para el autor una cadena de suministro (SC) es una red de sociedades de producción, ventas y entregan un producto o servicio a una segmentación de mercado establecido, donde involucra a los fabricantes, proveedores, transportistas, almacenes, minoristas y los clientes, entre otros. Con la finalidad de establecer de forma empírica el aporte de la IA en diferentes procesos de la gestión de la cadena de suministros (SCM) tales como la gestión de la compra de materiales, gestión de transporte, gestión de producción, gestión de

almacén, gestión de inventario, entre otras, Para la investigación se aplicó la revisión sistemática de la literatura en consideración con el procedimiento planteado.

Como resultados indican que, los algoritmos genéticos y los agentes inteligentes son las técnicas más investigadas para procesos de la SC relacionados con la planificación, mientras que a procedimientos de entrega de productos en menos aplicable. Además, consideraron que los algoritmos genéticos son una muy buena opción para grandes problemas, aunque el requerimiento computacional es mayor a las de otras técnicas algorítmica de IA.

Posteriormente se presenta el trabajo investigativo de **Oñate, J. & Tullmo, D. (2017), con el tema de titulación "Optimización Basada En Colonia De Hormigas Para Resolver Problemas Asignación De Horarios En La Universidad Técnica Estatal De Quevedo"** sustentado en la universidad con el mismo nombre. Proyecto donde insisten con la finalidad de disminuir la insatisfacción de los docentes y estudiantes durante el proceso de gestión de horarios. Obtuvieron información del distributivo suministrado por un ingeniero encargado de la gestión horaria de los distributivos en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Los métodos aplicados fueron: Método de observación, ya que por pertenecer a la institución como estudiantes tuvieron la posibilidad de analizar en persona la situación, como instrumento realizaron entrevistas a los encargados de la elaboración de horarios. Se aplicó el algoritmo Optimización Colonia de Hormigas con una función heurística que compruebe al docente con más conveniente al planificar su horario dependiendo de la prioridad académica. Como conclusión obtuvieron que los resultados arrojados no son 100% exactos; sino, más aproximadas a la solución.

Siguiendo la misma línea, contiene la investigación de **Castrillón, O. (2019). Sobre un artículo con titulado "Combinación entre Algoritmos Genéticos y Aleatorios para la Programación de Horarios de Clases basado en Ritmos Cognitivos"** Se tiene que, en el caso de estudio obtenido de la Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Industrial, Campus la Nubia, Manizales-Colombia, el autor desarrolló un método basado en algoritmos evolutivos (genéticos y aleatorios) para programar los horarios de clases en una universidad. Realiza el análisis de diferentes técnicas empleadas para lograr solucionar el problema. Con los resultados de la investigación realizó la comparativa de diferentes metodologías para establecer cuál es la más eficiente para llegar a proponer una metodología basada en la combinación de dos algoritmos evolutivos y aleatorios, para la resolución de las restricciones planteadas. En la solución del problema empleó cuatro multidimensionales

arreglos de datos, horarios, profesores y salones. Finalmente, los autores concluyen que los algoritmos evolutivos son más eficaces que otras técnicas aplicadas con un porcentaje del 19.5 de exactitud en la programación de horarios de la institución.

También se demuestra la propuesta presentada por **Viñas, S., Rodríguez, N., Corona, E. & Jiménez, A, en enero de 2019 como autores del artículo denominado “Avances en Ciencias e Ingeniería”, con el tema “Software para la generación automática de horarios académicos”** quienes cumplieron con la elaboración de un sistema gestor de horario con el fin de presentar un prototipo de software para dar solución a los problemas de optimización de horarios en la Universidad Mexiquense del Bicentenario (UMB) en el departamento de la Unidad de Estudios Superiores Villa Victoria (UESVV) del Estado de México, México. Investigación realizada de un estudio sobre las diferentes técnicas de Inteligencia Artificial (IA), El estudio fue realizado como una investigación de campo través de la entrevista a las autoridades de la Unidad de Estudios Superiores Villa Victoria, con lo que consiguieron recolectar información para realizar el análisis de las técnicas de generar horarios en la institución.

El software aplica Algoritmos Genéticos (AG) con la configuración de los parámetros del algoritmo genético generado: tamaño de población, el método de selección (elitismo), el porcentaje de cruce y mutación, y una cantidad de torneo para la selección. Cumpliendo con las restricciones señaladas, generando horarios en un lapso de tiempo corto. Los autores recomiendan que el software desarrollado puede ser fácilmente adaptado en otras instituciones de educación superior.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿El desarrollo del prototipo de un sistema experto aplicando técnicas de Inteligencia Artificial logrará generar y optimizar los horarios académicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná?

Tabla 6: Matriz de causa y efecto de la hipótesis

<i>HIPOTESIS</i>	<i>Causa</i>	<i>Efecto</i>
¿El desarrollo del prototipo de un sistema experto aplicando técnica de Inteligencia Artificial logrará generar y optimizar los horarios académicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná?	La falta de Prototipo de un sistema experto donde se aplique técnica de Inteligencia Artificial.	Perdida de recurso como el tiempo que se toma en la generación manual de los horarios académicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná

Elaborado por: Los autores

10. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Tipos de investigación

10.1.1 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica sirve como apoyo para la estructuración de las bases teóricas; se recurrió a tesis de titulación pre y por grado, artículos y libros relacionados al tema de investigación, así como también permite realizar una revisión y estudio de los antecedentes sobre la alta complejidad que tiene la elaboración de los horarios institucionales de docentes y estudiantes, mediante el análisis y comprobación de la eficacia que tienen los algoritmos genéticos permitirá adquirir mejor los resultados y aportar a la solución del problema de investigación.

10.1.2 Investigación de Campo

Se realizó el estudio de casos en donde se tiene reuniones para poder tener claro el objetivo fundamental que es lograr generar un horario académico consistente. La investigación se llevó a cabo en la oficina de la sub dirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná que es el lugar en donde se va a realizar la implementación del sistema informático Gestión de Horarios Académicos, además es la fuente primaria de información, Se realizó también la búsqueda de horarios generados manualmente de semestres anteriores los cuales sirvieron para poder reforzar la investigación.

10.2 Métodos de investigación

10.2.1 Método inductivo – deductivo

Se logró desarrollar el sistema gestor de horarios tras partir de la investigación sobre trabajos similares realizados con la rama de la inteligencia artificial hasta concluir que la aplicación de técnicas de la IA logra solucionar el problema de optimización de horarios y finalmente se obtuvo los resultados de manera empírica para su recomendar y su aplicación en la UTC Ext. La Maná.

10.2.2 Método hipotético – deductivo

Antes de iniciar la investigación se planteó una hipótesis la cual se puede analizar de manera deductiva o inductiva, para posteriormente demostrar la validez de dicha hipótesis propuesta y de esta manera implementar una medida de solución que apoye al crecimiento investigativo en la Universidad Técnica de Cotopaxi-Extensión La Maná.

10.3 Técnicas de investigación

10.3.1 Entrevista no estructurada

Se mantuvo comunicación con la sub dirección, departamento encargado de la gestión de horarios académicos de la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante de una entrevista, utilizando como herramienta un cuestionario, resultados que dieron lugar a realizar el análisis de la situación actual.

Como resultado se obtuvo la ausencia de un mecanismo automatizado para generar horarios; problemáticas que existe cada inicio de semestre con respecto a los horarios. De la misma manera se dio a conocer todo en cuanto a la organización jerárquica para la distribución horaria además de la cantidad de docentes catedráticos y la cantidad de alumnado, las carreras existentes, así como también la cantidad de aulas.

Tabla 7: Técnicas e Instrumentos de la investigación

Nº	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Entrevista	Libreta de apuntes
2	Observación	Libreta de apuntes

Elaborado por: Los autores

10.3.2 Observacional

Al ser partícipes de las consecuencias que tiene un horario con inconcistencias se pudo observar la problemática en primera persona a inicios de clases semestral donde los cambios generaban molestias al alumnado y a los docentes. Acogiense a la tecnica observacional el panorama es mas amplio y contribuye a encontrar soluciones optimas, donde los resultados obtenidos mejoren el nivel de calidad de los horarios de academicos a fin de alcanzar los objetivos trazados.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1 Resultados de la entrevista

11.1.1 Gestión de horarios en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná.

Se procedió a realizar una entrevista de manera no estructurada a la subdirectora y al colaborador del departamento de sub dirección de la universidad, encargados de la gestión de horarios en la institución. Para mostrar los resultados de la cantidad de docentes, alumnos, carreras y aulas se ha recurrido a las gráficas las mismas que detallan de manera cuantitativa

cada uno de los elementos ya mencionados. Información que se utilizará para realizar el análisis de la situación actual de la UTC-Extensión La Maná.

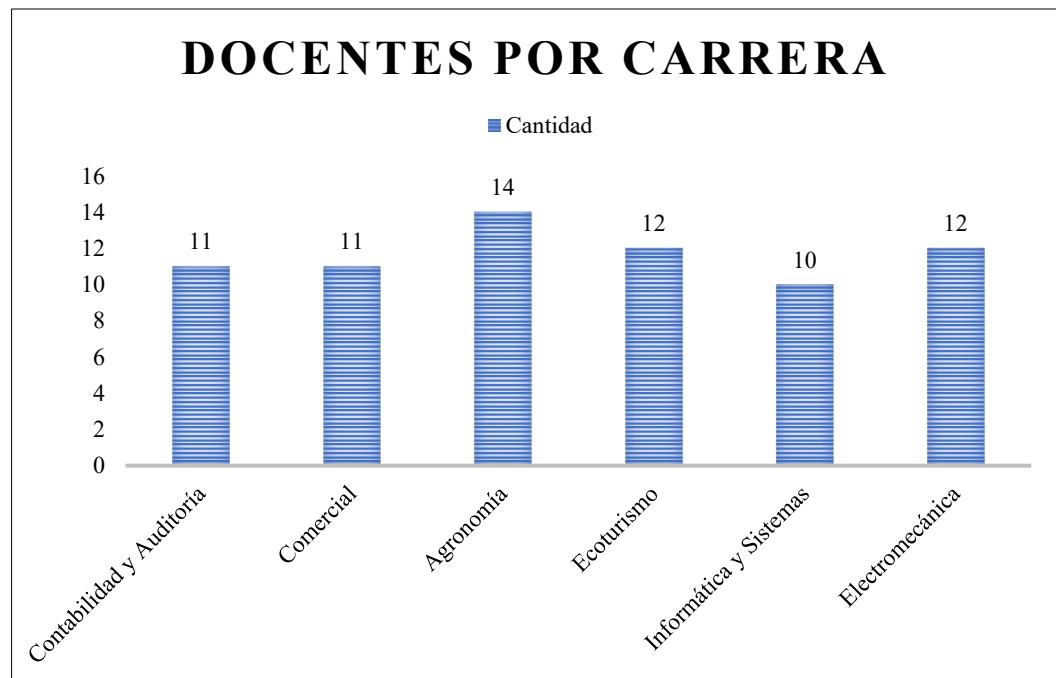
Gráfico 1: Cantidad de alumnos por carrera



Fuente: Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

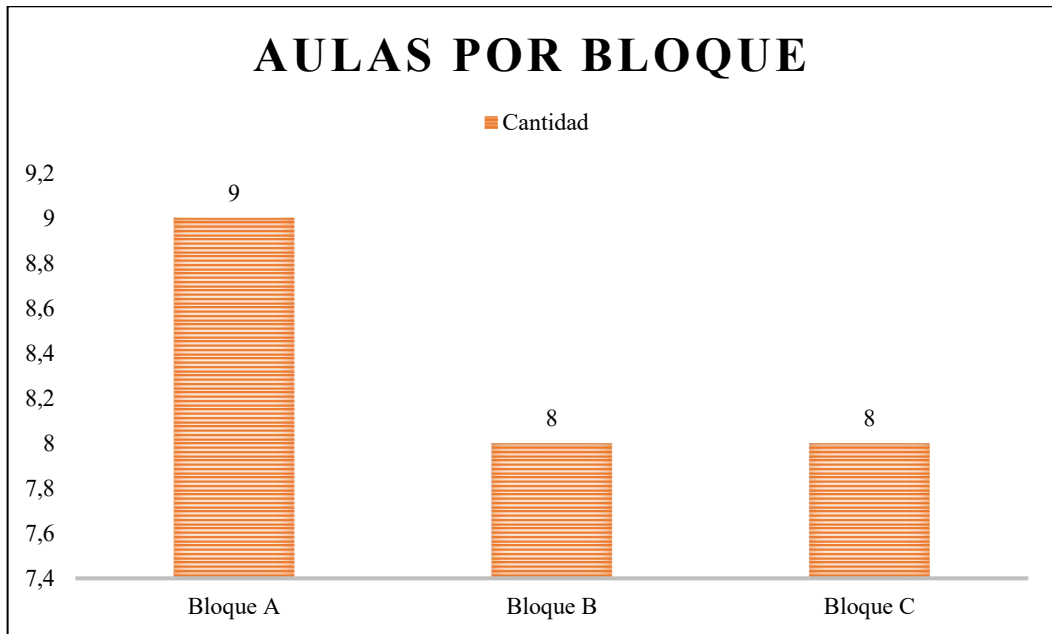
Elaborado por: Los autores

Gráfico 2:. Cantidad de Docentes por carrera.



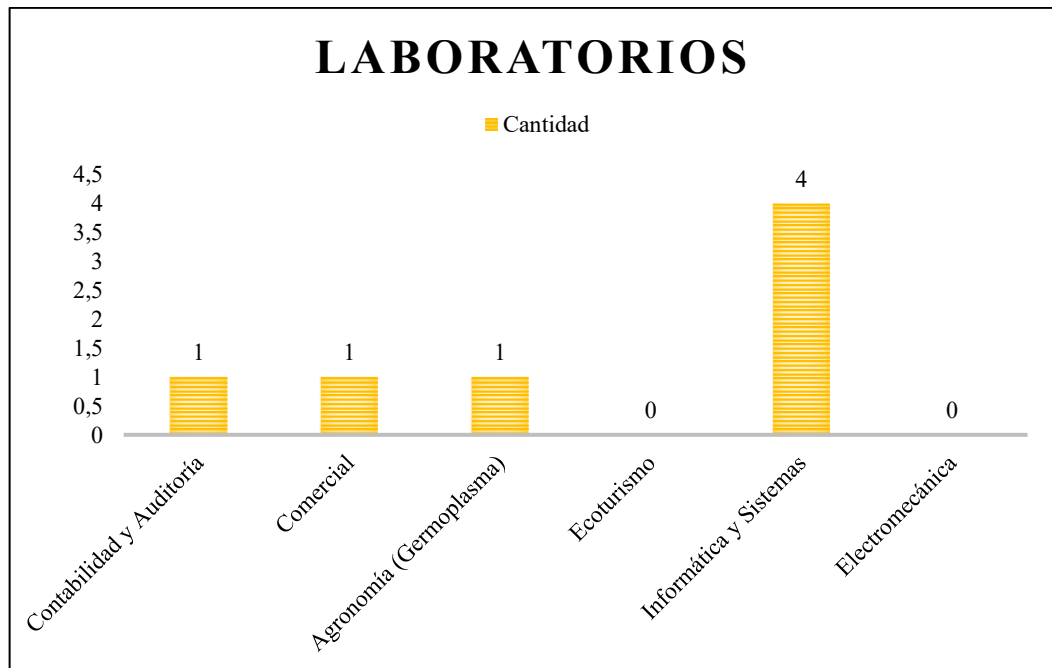
Fuente: Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

Elaborado por: Los autores

Gráfico 3: Cantidad de Aulas divididas en bloque.

Fuente: Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

Elaborado por: Los autores

Gráfico 4: Cantidad de laboratorios.

Fuente: Subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

Elaborado por: Los autores

11.1.2 Resultados de la entrevista

En semestres pasados, la gestión de los horarios académicos era generados a través de una aplicación llamada aSc Horarios, software que no cumplía con las necesidades de la institución, además de tener un alto costo para las instituciones de nivel superior, su precio aumenta según la exclusividad del software.

En consecuencia, para el actual semestre se optó por cambiar de método, recurriendo al sistema manual teniendo como base las hojas de Excel; por una parte, para horarios de cada grupo y, por otra parte, para ocupación general de espacios.

Antes de establecer los horarios de clases cada director de carrera tiene la tarea de elaborar un distributivo de los docentes contratados ya sea medio tiempo o tiempo completo con la cantidad de horas a laborar y el paquete de materia a impartir, los mismo que son diseñados en torno al perfil profesional de cada docente. El distributivo diseñado es enviado al departamento de sub dirección para establecer los horarios de cada uno de los docentes teniendo en cuenta otros aspectos:

- Concentración de horarios matutino, vespertino y nocturno.
- Matutino: inicio a las 7.00; vespertino: inicio a las 13.00; nocturno: inicio 17:00

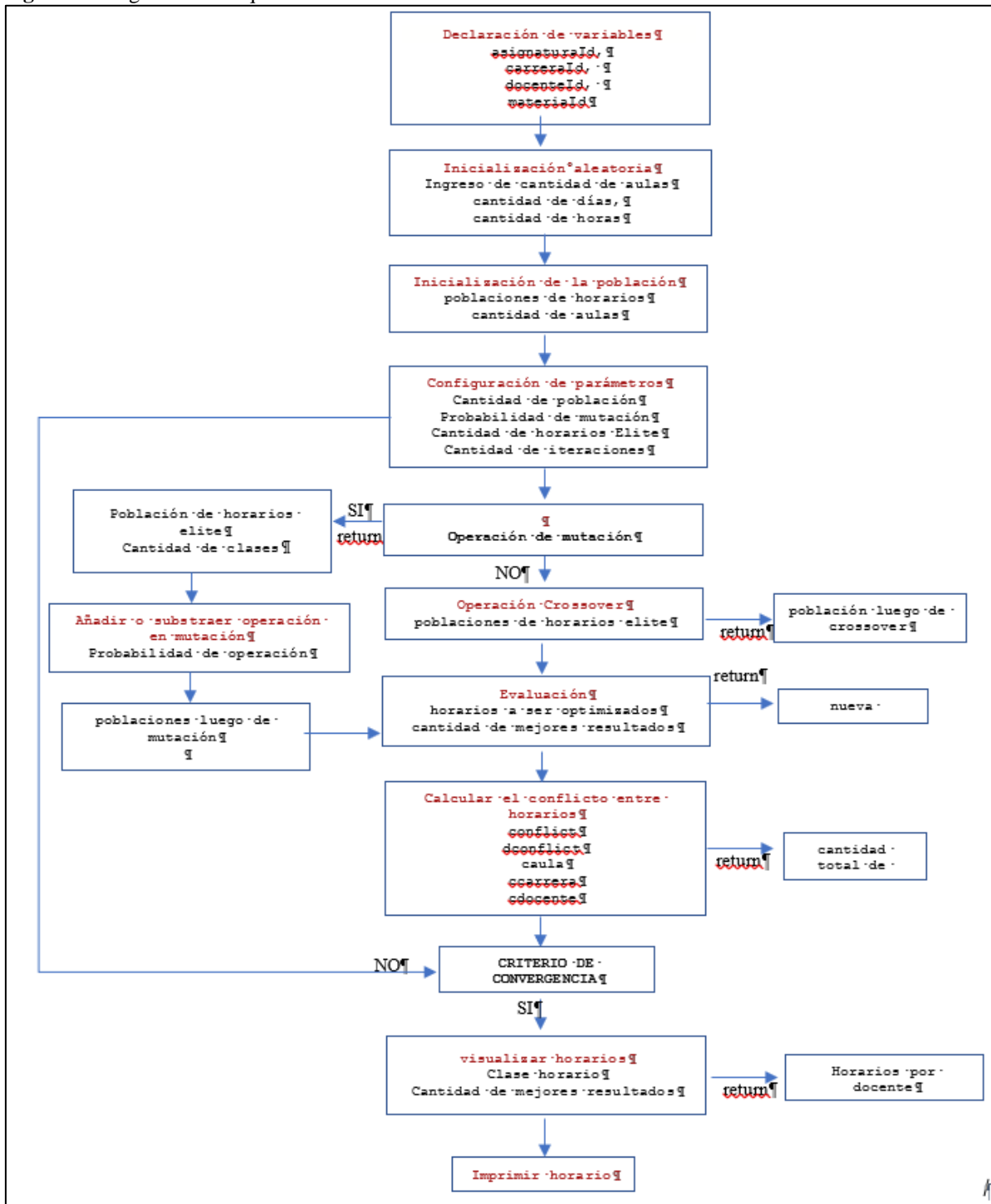
Cuantificando los recursos de la universidad se obtuvo que, existen setenta y dos docentes incluidos 6 directores de carrera, además de un total de seis carreras, 1885 alumnos y el total de 22 aulas divididas en 3 bloques (A, B y C), además la universidad consta de 7 laboratorios para todas las carreras.

11.1.3 Conclusiones a las entrevistas

La entrevista realizada ha valido para tener una idea generalizada y concisa de cómo gestionan los horarios para la UTC – Extensión La Maná. Excel es el programa más frecuente que usan las instituciones para elaborar horarios de cualquier tipo. Aunque existan problemas en la gestión de horarios académicos, los administradores de la universidad no habían considerado en incorporar en su gestión un software informático diferente de Excel.

11.2 Diagrama de bloque

Figura 3: Diagrama de bloque del sistema



Fuente: Conocimiento propio
 Elaborado por: Los autores

11.3 Codificación del AG.1

11.3.1 Función Fitness

Se cumplió con las siguientes restricciones: revisar si existe asignada un aula a una misma hora y en un mismo día, revisar si la misma carrera de un curso está a la misma hora y el mismo día, revisar si un mismo docente tiene asignación un mismo día y a una misma hora y revisar si de una misma asignatura un curso tiene asignación a una misma hora y mismo día.

Cuadro 1: Codificación de la función fitness

```
def schedule_cost(population, elite):
    conflicts = []
    daula = []
    dcarrera = []
    ddocente = []
    dasignatura = []

    n = len(population[0])

    for p in population:
        conflict = 0
        dconflict = 0
        caula = 0
        ccarrera = 0
        cdocente = 0
        casignatura = 0

        for i in range(0, n - 1):
            for j in range(i + 1, n):

                if p[i].aula == p[j].aula and p[i].hora == p[j].hora and p[i].dia == p[j].dia:
                    conflict += 1
                    caula += 1

                if p[i].carreraId == p[j].carreraId and p[i].dia == p[j].dia and p[i].hora == p[j].hora:
                    conflict += 1
                    ccarrera += 1

                if p[i].docenteId == p[j].docenteId and p[i].hora == p[j].hora and p[i].dia == p[j].dia:
                    conflict += 1
                    cdocente += 1

                if p[i].carreraId == p[j].carreraId and p[i].asignaturaId == p[j].asignaturaId and p[i].dia == p[j].di
a:
                    conflict += 1
                    casignatura += 1
```

```

conflicts.append(conflict)
daula.append(caula)
dcarrera.append(ccarrera)
ddocente.append(cdocente)
dassignatura.append(cassignatura)

index = np.array(conflicts).argsort()

return index[: elite], conflicts[index[0]], daula[index[0]],dcarrera[index[0]],ddocente[index[0]],dassignatura[index[0]]

```

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.3.2 Inicialización

Dar inicialización a la población para establecer la cantidad de individuos

Cuadro 2: Codificación de la función de inicialización

```
def init_population(self, schedules, roomRange, dayRange, hourRange):
```

```

    self.population = []

    for i in range(self.popsize):
        entity = []

        for s in schedules:
            s.random_init(roomRange,dayRange,hourRange)
            entity.append(copy.deepcopy(s))

    self.population.append(entity)

```

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.3.3 Crossover

Operación de cruzamiento para generar una nueva generación y determinar la frecuencia de cruce de los individuos.

Cuadro 3: Codificación de la función crossover

```
def crossover(self, eiltePopulation):

    e1 = np.random.randint(0, self.elite, 1)[0]
    e2 = np.random.randint(0, self.elite, 1)[0]

    pos = np.random.randint(0, 2, 1)[0]

    ep1 = copy.deepcopy(eiltePopulation[e1])
    ep2 = eiltePopulation[e2]

```

```

for p1, p2 in zip(ep1, ep2):
    if pos == 0:
        p1.hora = p2.hora
        p1.dia = p2.dia
    if pos == 1:
        p1.aula = p2.aula

return ep1

```

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.3.4 Mutación

Operación de mutación para diversificar la población y establecer la probabilidad de mutación de un individuo.

Cuadro 4: Codificación de la función de mutación

```

def mutate(self, elitePopulation, roomRange, dayRange, hourRange):
    e = np.random.randint(0, self.elite, 1)[0]
    pos = np.random.randint(0, 2, 1)[0]

    ep = copy.deepcopy(elitePopulation[e])

    for p in ep:
        pos = np.random.randint(0, 3, 1)[0]
        operation = np.random.rand()

        if pos == 0:
            p.aula = self.addSub(p.aula, operation, roomRange)
        if pos == 1:
            p.hora = self.addSub(p.hora, operation, hourRange)
        if pos == 2:
            p.dia = self.addSub(p.dia, operation, dayRange)

    return ep

```

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.3.5 Adición o sustracción

Añadir o sustraer operación en mutación, cálculo rango de valor a ser mutado, la probabilidad de operación para devolver el valor de mutación

Cuadro 5: Añadir o sustraer operación en mutación

```

def addSub(self, value, op, valueRange):
    """
    if op > 0.5:
        if value < valueRange:
            value += 1

```

```

else:
    value -= 1
else:
    if value - 1 > 0:
        value -= 1
    else:
        value += 1

return value

```

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.3.6 Evaluación

Evaluación de los horarios a ser optimizados con la cantidad de mejores resultados, nominados como elite, para obtener el índice de los mejores resultados y el menor valor de conflictos

Cuadro 6: Codificación de la función del operador de evaluación

```

def evolution(self, schedules, roomRange,dayRange,hourRange):

    # Main loop .
    bestScore = 0
    bestSchedule = None
    mutincr = 0.1

    self.init_population(schedules, roomRange,dayRange,hourRange)

    for i in range(self.maxiter+1):

        mut = 1-self.mutprob
        if self.mutprob+mutincr < 1:
            if i == self.maxiter*0.3:
                mutincr=mutincr+0.1
                print(1,'% de iteraciones')
            elif i == self.maxiter*0.5:
                mutincr=mutincr+0.2
                print(2,'% de iteraciones')
            elif i == self.maxiter*0.7:
                mutincr=mutincr+0.3
                print(3,'% de iteraciones')

        eliteIndex, bestScore,ascore,cscore,dscore,asgscore = schedule_cost(self.population, self.elite)

        print('Iter: {} | conflict: {}'.format(i + 1, bestScore))
        print('aula: {} | carrera : {} | docente: {} | asignatura: {}'.format(ascore,cscore,dscore,asgscore))

        if self.maxiter == i:
            bestSchedule = self.population[eliteIndex[0]]
            break

```

```

if bestScore == 0:
    bestSchedule = self.population[eliteIndex[0]]
    break

# Iniciar con los ganadores de la población anterior
newPopulation = [self.population[index] for index in eliteIndex]

# Adicionar mutaciones

while len(newPopulation) < self.popsiz:
    if np.random.rand() < self.mutprob+mutin:
        # Mutacion
        newp = self.mutate(newPopulation, roomRange,dayRange,hourRange)
    else:
        # Crossover
        newp = self.crossover(newPopulation)

    newPopulation.append(newp)

self.population = newPopulation

return bestSchedule, bestScore

```

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.4 Rendimiento de la configuración en los parámetros del algoritmo genético

Para realizar la prueba del rendimiento del algoritmo genético implementado se tomó aleatoriamente a diez docentes con las materias asignadas, veinticinco aulas, se estableció 8 horas laborables y cinco días de la semana (lunes a viernes); se configuró parámetros como: la cantidad o tamaño de población (conjuntos de horarios), la probabilidad de mutación y el tamaño de iteraciones; la combinación de los parámetros permite arrojar al mejor individuo o al más óptimo al indicar la frecuencia con la que los genes de un cromosoma son mutados, indicando el número de horarios que se tendría en un conjunto de horarios para una generación determinada y las veces que debe iteracionar el sistema para llegar a la solución óptima con la configuración encontrada como la recomendada.

Tabla 8: Configuraciones de parámetros del algoritmo genético

GRUPOS	PROB. MUTACIONES %	CANT. ITERACIONES	CANT. POBLACIONAL
Grupo A	0.5	1000	50
Grupo B	0.5	1000	100
Grupo C	0.5	1000	150
Grupo D	0.05	1000	50
Grupo E	0.05	1000	100
Grupo F	0.05	1000	150
Grupo G	0.005	1000	50
Grupo H	0.005	1000	100
Grupo I	0.005	1000	150

Grupo J	0.5	10000	50
Grupo K	0.5	10000	100
Grupo L	0.5	10000	150
Grupo O	0.005	10000	50
Grupo P	0.005	10000	100
Grupo Q	0.005	10000	150
Grupo R	0.5	100000	50
Grupo S	0.5	100000	100
Grupo T	0.5	100000	150
Grupo U	0.05	100000	50
Grupo V	0.05	100000	100
Grupo W	0.05	100000	150
Grupo X	0.005	100000	50
Grupo Y	0.005	100000	100
Grupo Z	0.005	100000	150

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

Tabla 9. Resultados de las configuraciones de los parámetros del algoritmo genético

CONFLICTOS						
Grupos	Aula	Docente	Carrera	Asignatura	Total	Tiempo
Grupo A	0	1	1	3	5	3:30:35
Grupo B	0	0	1	1	2	7:19:91
Grupo C	0	0	1	1	2	11:35:26
Grupo D	0	0	1	0	1	3:29:69
Grupo E	0	0	1	0	1	7:20:42
Grupo F	1	0	1	0	2	11:51:73
Grupo G	0	0	1	0	1	3:30:16
Grupo H	1	0	0	1	2	7:23:15
Grupo I	0	0	2	0	2	11:45:78
Grupo J	0	0	0	2	2	34:53:94
Grupo K	0	0	0	0	0	1:12:03:62
Grupo L	0	0	1	0	1	1:58:58:65
Grupo M	0	0	0	1	1	30:57:25
Grupo N	0	1	0	1	2	1:05:02:10
Grupo Ñ	0	0	0	1	1	1:42:49:33
Grupo O	0	0	1	1	2	29:15:14
Grupo P	0	0	0	0	0	58:49:10
Grupo Q	0	0	0	1	1	1:41:44:11
Grupo R	0	0	0	0	0	1:50:30:88
Grupo S	0	0	1	0	1	1:58:58:65
Grupo T	0	0	0	1	1	30:57:25
Grupo U	1	0	0	1	2	1:34:02:10
Grupo V	0	0	0	1	1	1:62:49:33
Grupo W	0	0	1	1	2	29:15:14
Grupo X	0	1	0	1	2	8:23:15
Grupo Y	0	0	0	2	2	21:45:78
Grupo Z	0	0	1	1	2	34:53:94

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

11.5 Comparación de resultados de la configuración del AG

Para el Grupo K, con los siguientes parametros: 0.05 probabilidad de mutación, 10000 iteraciones y 100 para el tamaño de población en tiempo de 1:12:03:62 min; Para el Grupo P, con los siguientes parametros: 0.005 probabilidad de mutación, 10000 iteraciones y 100 para el tamaño de población en tiempo de 58:49:10 min; Para el Grupo R, con los siguientes parametros: 0.05 probabilidad de mutación, 10000 iteraciones y 50 para el tamaño de población en tiempo de 1:50:30:88 min.

Los grupos K, P y R, de la tabla. 8, arrojaron de igual manera cero (0) conflictos pero con la diferencia en los tiempo de ejecución varian en el bajo o alto porcentaje de probabilidad de mutación y en la cantidad de población. Situando en el primer lugar a la configuración de parametros del Grupo P, como el mejor optimo aproximado, mientras que la configuración de parametros del grupo K, se situa en el segundo mejor optimo aproximado y finalmente la configuración de parametros del grupo R, quedaría como el tercer mejor optimo aproximado, como se muestra en la Tabla 11.

Los demas grupos significa que no lograron cero conflictos como se muestra en los resultados de la Tabla 9. Sin embargo en algunos grupos arrojaron uno (1) o pocos conflictos y el tiempo de ejecucion es minima como por ejemplo el Grupo D, con la configuracion en los siguientes parametros: 0.05 probabilidad de mutación, 1000 iteraciones y 50 para el tamaño de población, valores bajos que permitieron que el tiempo de ejecución se reduzca a 3:29:69 min. pero que tenia uno en la cantidad de conflictos.

En conclusión, la configuración de parametros del Grupo P, sería la configuración adecuada para la generación de los horarios, si bien el tiempo de ejecución es de 58:49:10 min. a diferencia de la configuración del Grupo D, con un tiempo de ejecución de 3:29:69 min. la ventaja radica en que el Grupo D, arrojo un (1) conflicto; mientras que el Grupo P, se toma mas tiempo de ejecución, pero arrojaría horarios con cero o un minimo de conclictos.

Tabla 10: Resultado de las mejores configuraciones de parámetros del algoritmo genético

GRUPO	PROB. MUTACIONES %	CANT. ITERACIONES	CANT. POBLACIONAL
Grupo D	0.05	1000	50
Grupo K	0.5	10000	100
Grupo P	0.005	10000	100
Grupo R	0.5	100000	50

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

Tabla 11: Resultados en la comparativa de la configuración

CONFLICTOS						
GRUPO	Aula	Docente	Carrera	Asignatura	Total	Tiempo
Grupo D	0	0	1	0	1	3:29:69
Grupo K	0	0	0	0	0	1:12:03:62
Grupo P	0	0	0	0	0	58:49:10
Grupo R	0	0	0	0	0	1:50:30:88

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

Tabla 12: Configuración recomendada

Parámetro	Valor
Tamaño de población	100
Tasa de mutación	0.005
Cantidad de iteración	10000

Fuente: Implementación del algoritmo

Elaborado por: Los autores

12. IMPACTO SOCIAL, TÉCNICO Y ECONÓMICO

12.1 Impacto técnico

Desde el punto de vista técnico, el desarrollo de un sistema de horarios aplicando técnicas de Inteligencia Artificial será un gran aporte a las actividades administrativas de los horarios académicos al automatizar y agilizar el proceso computacional mediante el algoritmo alimentado con grandes cantidades de datos. Además, se considerará que enfocar la investigación hacia la rama de la Inteligencia Artificial contribuirá al desarrollo investigativo de la institución y su aplicación en futuros trabajos a realizarse en la UTC.

12.2 Impacto social

Con la implementación de un sistema gestor de horarios favorecerá directamente a la sociedad mediante la organización oportuna de los estudiantes universitarios, ya que son futuros profesionales los mismos que contribuirán con el desarrollo no solo de la ciudad, sino que también del país, aportando sus conocimientos ante la sociedad.

12.3 Impacto económico

La elaboración de los horarios no es tarea fácil de minutos, más bien es un proceso tedioso que requiere de mucho tiempo y en el peor de los casos, de dinero, además de ser realizados de forma manual donde se utilizan hojas, lápices, carpetas, entre otros, en su mayoría tienden a tener errores teniendo que ser desechados y en consecuencia volver a utilizar nuevos materiales, por tal motivo la propuesta del proyecto de investigación impactará de alguna manera u otra en la economía institucional.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

13.1 Costos directos

Tabla 10: Costo Computacional

HADWARE	REQUISITO MÍNIMO DEL SISTEMA	COSTOS
Procesador	Procesador Core I5 de 1GHz	\$500,00
Memoria	4 GB o superior	
Disco duro	500 GB	
Pantalla y periféricos	Súper VGA (800x600) o superior	
TOTAL		\$500.00

Elaborado por: Los autores

Tabla 13: Costo del sistema

DESCRIPCIÓN	DETALLE	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
Software	PYTHON	1	Gratuito	0
	Tkinder	1	Gratuito	0
	Paquete de Office 2019 (Documentación)	1	\$40.00	\$40.00
	Internet	6 meses	\$15.00	\$90.00
Sistema	Desarrollo	200 horas	\$5.00	\$1.000
TOTAL				\$1.130

Elaborado por: Los autores

Tabla 14: Suministro de oficina

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V. UNITARIO	VALOR TOTAL
Hojas	1 (paquete)	\$5.00	\$5.00
Lapiceros	3	\$0.50	\$1.05
Borrador	2	\$0.25	\$0.50
Cuaderno	2	\$1.25	\$2.50
Lápiz	2	\$0.50	\$1.00
Copias	30	\$0.05	\$1.50
Anillados	8	\$1	\$8.50
TOTAL			\$ 20.05

Elaborado por: Los autores

13.2 Costo indirecto

Tabla 15: Gastos de viáticos

DESCRIPCIÓN	VALOR
Movilización	\$100
Refrigerio	\$120
TOTAL	\$220.00

Elaborado por: Los autores

13.3 Costos totales

Tabla 16: Costos totales

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costo directo	
Costo Computacional	\$500.00
Costo del sistema	\$1,130
Suministro de oficina	\$ 20.05
Costo Indirectos	
Gastos de viáticos	\$220.00
TOTAL	\$1,870.05

Elaborado por: Los autores

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

- Por medio de la entrevista realizada al personal encargado se logró estar al corriente del actual gestionamiento interno de los horarios académicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi, concluyendo que el sistema actual genera desagradados a los involucrados en su proceso. La elicitation de la información proporcionó el adecuado análisis e identificación de la problemática.
- La inteligencia Artificial es una rama que va en constante evolución y que a través de sus distintas técnicas empleadas se puede llegar a resolver problemas en diferentes áreas. En cuanto a los AGs se trata, estos son aplicados en diversas investigaciones, así como también en problema de gestión de horarios; en algunos casos se ha empleado de la combinación con otras técnicas y en otros casos a resuelto el problema de restricciones planteadas. Permitiendo cumplir con trabajos de investigación.
- Las siguientes restricciones para el desarrollo del sistema son: Primero, revisar si existe asignada un aula a una misma hora y en un mismo día; Segundo, revisar si la misma carrera de un curso está a la misma hora y el mismo día; Tercero, revisar si un mismo docente tiene asignación un mismo día y a una misma hora; Cuarto, revisar si de una misma asignatura de un curso tiene asignación a una misma hora y mismo día.
- La implementación de la técnica de algoritmo genético con respecto a resolver el problema de la generación automática de horarios obtiene como resultado óptimos

buenos, logrando cumplir con la función objetivo con tiempo mínimo de ejecución en comparación con el mecanismo manual que actualmente se utiliza en el departamento de la subdirección de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

- La combinación de los parámetros permite arrojar al mejor individuo o al más óptimo al indicar la frecuencia con la que los genes de un cromosoma son mutados, indicando el número de horarios que se tendría en un conjunto de horarios para una generación determinada y las veces que debe iteracionar el sistema para llegar a la configuración óptima.

14.2 Recomendaciones

- La institución cada semestre aumenta la cantidad del estudiantado, con ello aumenta la demanda de docentes y aulas así que la gestión de horarios se complica; por ende, es necesario recopilar información relevante de manera presencial que implica, la estructura física de la institución, la estructura administrativa del área que gestiona los procesos del problema a resolver, la cantidad de beneficiarios implicados y sus necesidades, entre otros, datos selectos para su análisis.
- El estudio del estado del arte realizado probó que no se ha demostrado o no existe algoritmo específico que cubra con todas las necesidades que debe de tener un sistema generador de horario, ya sea por la complejidad de codificación o por la cantidad de restricciones. Teniendo en cuenta que para trabajar con gran volumen de datos es conveniente acudir a técnicas que lo soporten. Por tal motivo se recomienda profundizar y contemplar resultados obtenidos en investigaciones previas, con sustentación científica comprobados, en consecuencia, se logrará establecer mecanismos adecuados y evitar desviar la atención en que no resuelva en su totalidad los problemas planteados
- Incorporar y codificar mayor cantidad de restricciones en el modelado del problema que permita al sistema gestor de horario quedar más completo en cuanto a funciones se trata. Por ejemplo: la funcionalidad de editar el horario a conveniencia a partir del horario arrojado por el sistema, asignar grupos según la capacidad del aula, asignar horarios a docentes a partir de su perfil profesional, incluir horas de comida entre sección, entre otros.

- Profundizar en la implementación del algoritmo genético mediante la incorporación en su codificación otros operadores genéticos que permitan obtener resultados más viables. Variar de manera general los resultados realizando con más configuraciones con diferentes cantidades de valores mayores o menores al utilizado. Ejercer cambios en la función objetivo, de tal manera que cumpla con las restricciones todas las restricciones.
- Realizar la prueba del rendimiento del sistema configurando los parámetros del algoritmo genético de la siguiente manera: Permitir la diversidad del algoritmo genético estableciendo en cien (100) al tamaño de la población; Generar una nueva población elite con el 0.005% de probabilidad de mutación; Con una capacidad de (diez mil) 10000 iteraciones. Estos valores fueron tomados empíricamente del resultado del AG propuesto, también se recomienda contemplar la lógica de detener las iteraciones al momento que el AG encuentre horarios recomendables.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Arranz de la Peña, J., & Parra Truyol, A. (2013). ALGORITMOS GENÉTICOS [Ebook] (2a ed., p. 5). Madrid. Obtenido de <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/06-07/05.pdf>
- Alfonso, M., Cazorla, M., Colomina, O., Escolano, F. & Lozano, M. (2003). Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación. Madrid, Departamento de Ciencia de la Comunicación e Inteligencia Artificial. España. Paraninfo, S.A. ISBN: 84-9732-183-9
- Benítez, R. (2014). Inteligencia artificial avanzada. Editorial UOC. ISBN: 9788490298879. Disponible en línea: <https://elibro.net/es/lc/utcotopaxi/titulos/57582>
- Brañas, A., & González Brañas Barreiro, S. (2015). Alfredo Brañas, xornalista e escritor (1a ed., pp. 10-11). Santiago de Compostela: Fundación Alfredo Brañas.
- Castrillón, O. (2019). Combinación entre Algoritmos Genéticos y Aleatorios para la Programación de Horarios de Clases basado en Ritmos Cognitivos. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Industrial, Campus la Nubia, Manizales-Colombia. Vol. 25(4), Pág. 51-62 (2014) doi: 10.4067/S0718-07642014000400008

- Chazallet, S., & Piqueres Juan, F. (2016). Python 3 (1st ed., p. 638). Barcelona: ENI.
- GeeksforGeeks. (29 de septiembre de 2018). GeeksforGeeks. Obtenido de <https://www.geeksforgeeks.org/python-schedule-library/>
- Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J., Dorado, J & Pazos, A. (2010) Introducción a los Algoritmos Genéticos y la Programación Genética. A Coruña, 2010 Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións. Pag. 76. ISBN: 978-84-9749-422-9
- Goldberg, D. (1989). Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning”. Ed. Addison-wesley.
- Icarte, G. (2016) Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Arturo Prat. Iquique, Chile. vol.24. versión On-line ISSN 0718-3305
- Ilber, Ruge & Miguel, Alvis. (2010). Aplicación de los algoritmos genéticos para el diseño de un controlador PID adaptativo
- Korvigo, I. (2019). Un algoritmo genético paralelo flexible. GitHub. Disponible en línea: <https://github.com/skoblov-lab/genetic#readme>
- Kuri, A. (2000). Algoritmos Genéticos. Centro de Investigación en Computación. Disponible en línea. <http://cursos.itam.mx/akuri/PUBLICA.CNS/2000/AGS.PDF>
- Lahoz-Beltrá, R. (2010). Bioinformática (1st ed., p. 269). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Martí, R. (2003). Procedimientos metaheurísticos en optimización combinatoria. Matemáticas, Universidad de Valencia, 1(1), 3-62.
- Miralles, J. (2020). Proyectos de Inteligencia Artificial (1st ed., p. 175). Barcelona: Jaume Miralles.
- Mathivet, V. (2018). Inteligencia artificial para desarrolladores (2nd ed., p. 256). Cornellà de Llobregat (Espanne): Ediciones ENI.
- Nesmachnow, S. (2004.). Algoritmos genéticos paralelos y su aplicación al diseño de redes de comunicaciones confiables. Tesis de maestría. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería. Instituto de Computación – PEDECIBA. Reporte Técnico RT04-07

- Módulos y Librerías en Python. (2014). Retrieved 28 August 2020, from <https://pythones.net/importar-modulos-en-python/>
- Munarriz, L. (1994). Fundamentos de Inteligencia Artificial. Murcia: Universidad, Secretariado de Publicaciones. Ed. 2da. ISBN: 84-7684-563-4
- Oñate, J. & Tullmo, D. (2016)"Optimización basada en colonia de hormigas para resolver problemas asignación de horarios en la Universidad Técnica Estatal De Quevedo". Universidad Técnica Estatal De Quevedo - Facultad Ciencias De La Ingeniería Carrera Ingeniería En Sistemas. Quevedo, Ecuador.
- Ortega, R. (2003). Distribución de planta a través de la aplicación de un algoritmo genético. Departamento de Ingeniería Industrial y Textil. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. México. Disponible en línea: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lii/ortega_e_r/
- Pandas. (2020). Pandas. Obtenido de <https://pandas.pydata.org/docs/>
- PrettyTable. (2020). Obtenido de <https://pypi.org/project/PrettyTable/>
- Python. (2020). Python Software Foundation. Obtenido de <https://docs.python.org/3/faq/general.html#why-is-it-called-python>
- Pimentel, J. F., Murta, L., Braganholo, V., & Freire, J. (2019, May). A large-scale study about quality and reproducibility of jupyter notebooks. In 2019 IEEE/ACM 16th International Conference on Mining Software Repositories (MSR) (pp. 507-517). IEEE
- Pajares Martinsanz, G., & Santos Peñas, M. (2005). Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento (pp. 15-25). Paracuellos de jarama, Madrid: Ra-Ma.
- Patiño, G. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? [Ebook] (3rd ed., pp. 15-20). Bogotá. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/3459/345945922011.pdf>
- Puris, A. & Bello, R. (2009). Optimización basada en Mallas Dinámicas. Su aplicación en la solución de problemas de optimización continuos. VI Congreso Español sobre Metaheurísticas, Algoritmos Evolutivos y Bioinspirados (MAEB'09)
- Recursos PYTHON. (9 de Julio de 2014). Obtenido de <https://recursospython.com/guias-y-manuales/instalar-pil-pillow->

16. ANEXOS

Anexo 1. Entrevista efectuada a la Sub directora de UTC Extensión La Mana

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES



Entrevistadores: Aviles Cortez Erika Patricia, Cedillo Duchicela Miguel Angel
Entrevistado: Econ. Carmen Ulloa
Cargo: Sub directora de la UTC-Ext. La Maná
Lugar: La Maná

ESTIMADA SUBDIRECTORA:

Estamos realizando un estudio para diseñar una propuesta de un sistema automatizado para la gestión de horarios académicos en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná.

“AGRADECIDOS POR SU COLABORACIÓN”

1. ¿Presenta algún tipo de problema al momento de gestionar los horarios académicos y complementarios?

2. ¿Cuenta con algún tipo de sistema automatizado?

3. ¿De qué manera gestionan el horario académico? ¿Si manual o con un sistema?

4. ¿Qué le gustaría que tuviera un sistema de gestión de horario?

5. ¿Qué resultados espera del sistema?

Anexo 2. Glosario de términos

Población:	Conjunto de soluciones potenciales
Gen:	Una unidad de información dentro de un cromosoma
Fenotipo:	Conjunto de rasgos observables de un organismo.
Genotipo:	Conjunto de genes de un organismo.
Individuo:	Elemento de la población que representa una solución al problema
Cromosoma:	Cadenas de genes que representan un individuo
AG:	Algoritmo Genético
UTC:	Universidad Técnica de Cotopaxi
HA	Horarios académicos

Anexo 3. Curriculum vitae del docente tutor



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Najarro Quintero

NOMBRES: Rodolfo

ESTADO CIVIL: Casado

CEDULA DE CIUDADANÍA: 172523456-9

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 2

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Cuba/ 14/07/1971

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Quevedo.

TELÉFONO CONVENCIONAL:

TELÉFONO CELULAR: 0987309973

EMAIL INSTITUCIONAL: rodolfo.najarro@utc.edu.ec

TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna

DE CARNET CONADIS: -----

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	INGENIERO MECÁNICO	04/julio/2008	CU-08-1186
CUARTO	MAGISTER EN CONECTIVIDAD Y REDES DE ORDENADORES	11/septiembre /2015	1014-15-86067819

HISTORIAL PROFESIONAL

INSTITUCION	DEPENDENCIA	CARGO
Fab.Filtros,Juntas y Accesorios Aulet y Casals	y Producción	Ingeniero Especialista Técnico
Fab.Filtros,Juntas y Accesorios Aulet y Casals	y Ventas	Jefe de Departamento de Ventas
Transtur	Mantenimiento	Ingeniero Especialista en Mantenimiento
Cubacar	Producción	Jefe de Taller
Cubacar	Producción	Asesor Técnico

Dekorando	Producción	Jefe de Planta
Scotland School	Educación	Docente
Tekquimik	Ventas	Asesor Técnico
Fundación Augusto Cesar Saltos	Educación	Docente
Univ. Técnica Estatal de Quevedo	Educación	Docente
SNNA UTEQ	Educación	Docente
ESCUTEQ	Educación	Docente
Instituto Tecnológico Superior Siete de Octubre	Educación	Docente
Univ. Técnica Estatal de Quevedo	Educación	Docente
Universidad Técnica de Cotopaxi	Educación	Docente

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Sistemas de la Información

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 14/04/2017

FIRMA

Anexo 4. Curriculum Vitae de Investigador 1

INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: Erika Patricia Aviles Cortez
Cédula de Identidad: 120598964-1
Lugar y fecha de nacimiento: Quevedo, 28 de agosto de 1988
Estado Civil: Soltero
Tipo de Sangre: O+
Domicilio: Parroquia Viva Alfaro
Teléfonos: 0978674033
Correo electrónico: erika.aviles9641@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel: Escuela “Carlos Julio Arosemena Tola”
Segundo Nivel: Colegio “Nicolás Infante Díaz”
Tercer Nivel: Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná

TITULOS

Bachiller en Sociales

IDIOMAS

Español (nativo)
 Suficiencia en el Idioma Inglés B1

SEMINARIOS DICTADOS

- Evento:** CASA ABIERTA UTC 2017
Tema: Elaboración de un Mini piano Base de Arduino con Sistema de Comunicación Vía Bluetooth a una Aplicación Android
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná, 9 de enero de 2018
Tiempo: 6 horas
- Evento:** III JORNADAS INFORMÁTICAS
Tema: Los medios digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná, 12 de julio de 2018
Tiempo: 6 horas

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Seminario de Energías Renovables**
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 19 de agosto del 2015
Tiempo: 40 horas
- I Jornada Científica Internacional de Informática UTC**
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana, 8 de Julio del 2016

Tiempo: 40 horas

- II Jornadas Informática
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana, 14 de Julio del 2017
Tiempo: 40 horas
- II Conferencia Internacional de Investigación Científica UTC
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana, 20 de enero del 2017
Tiempo: 40 horas
- I Conferencia Internacional de Innovación Informática
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: Latacunga, 17 de noviembre del 2017
Tiempo: 40 horas

EXPERIENCIA LABORAL:

- “Maindustrias S.A.”
Cargo: Recepcionista
Tiempo: 3 años

REFERENCIAS PERSONALES:

- Sra. Marjorie Genoveva Macías Parrales 05-2775-467
- Sra. Cecilia Patricia Cortez Castro 05-2785-591

Anexo 5. Curriculum vitae del investigador 2

INFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: Miguel Ángel Cedillo Duchicela
Cédula de Identidad: 235026871-6
Lugar y fecha de nacimiento: Santo Domingo, 26 de marzo de 1997
Estado Civil: Soltero
Tipo de Sangre: O+
Domicilio: Coop. La Alborada
Teléfonos: 0978870717
Correo electrónico: miguel.cedillo8716@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel: Instituto Técnico de Comercio (ITC) 'Amazonas'
Segundo Nivel: Unidad Educativa Fe Y Alegría
Tercer Nivel: Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná

TITULOS

Bachiller en Informática

IDIOMAS

Español (nativo)
 Suficiencia en el Idioma Inglés B1

SEMINARIOS DICTADOS

- Evento:** CASA ABIERTA UTC 2017
Tema: Control de luces domiciliarias a través de un módulo de reconocimiento de voz utilizando una aplicación en la plataforma Android vía conexión Bluetooth.
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná, 9 de enero de 2018
Tiempo: 6 horas
- Evento:** III JORNADAS INFORMÁTICAS
Tema: Los medios digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná, 12 de julio de 2018
Tiempo: 6 horas

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Seminario de Energías Renovables**
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Maná 19 de agosto del 2015
Tiempo: 40 horas
- I Jornada Científica Internacional de Informática UTC**
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana, 8 de Julio del 2016
Tiempo: 40 horas

- II Jornadas Informática
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana, 14 de Julio del 2017
Tiempo: 40 horas
- II Conferencia Internacional de Investigación Científica UTC
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: La Mana, 20 de enero del 2017
Tiempo: 40 horas
- I Conferencia Internacional de Innovación Informática
Dictado: Universidad Técnica de Cotopaxi
Lugar y fecha: Latacunga, 17 de noviembre del 2017
Tiempo: 40 horas

EXPERIENCIA LABORAL:

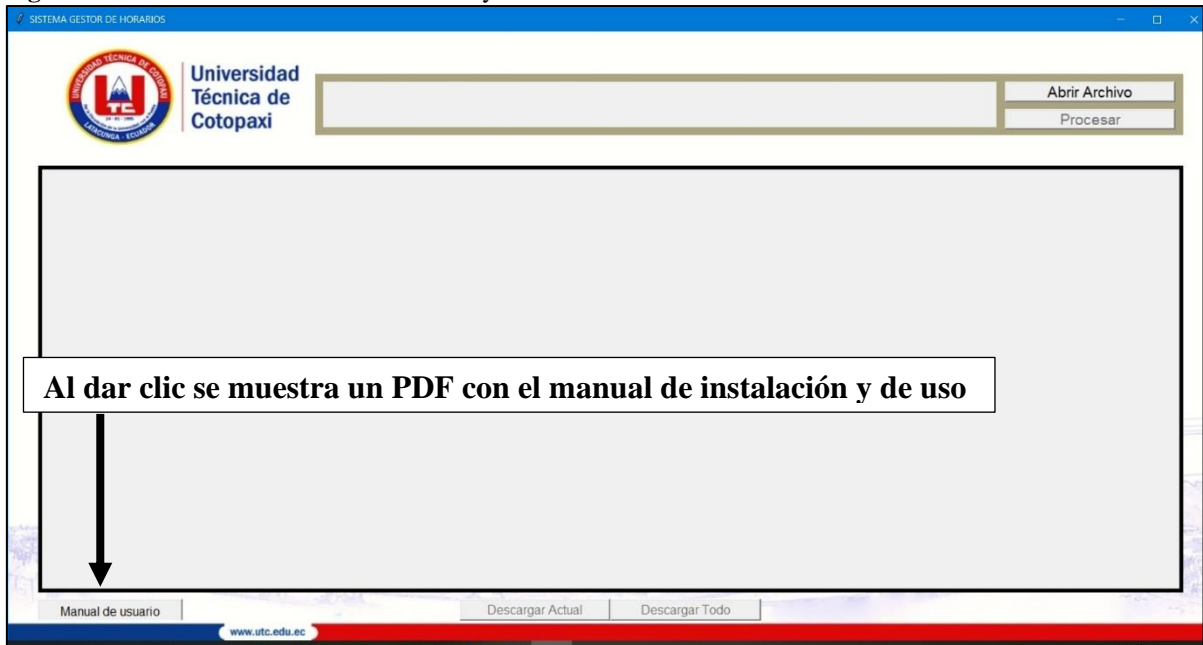
- “TODPLAST.”
Cargo: Vendedor
Tiempo: 6 años

REFERENCIAS PERSONALES:

- Sra. Gladys Cecilia Duchicela Sarango 0986574373
- Sr. José Patricio Cedillo Valdivieso 02-3779016

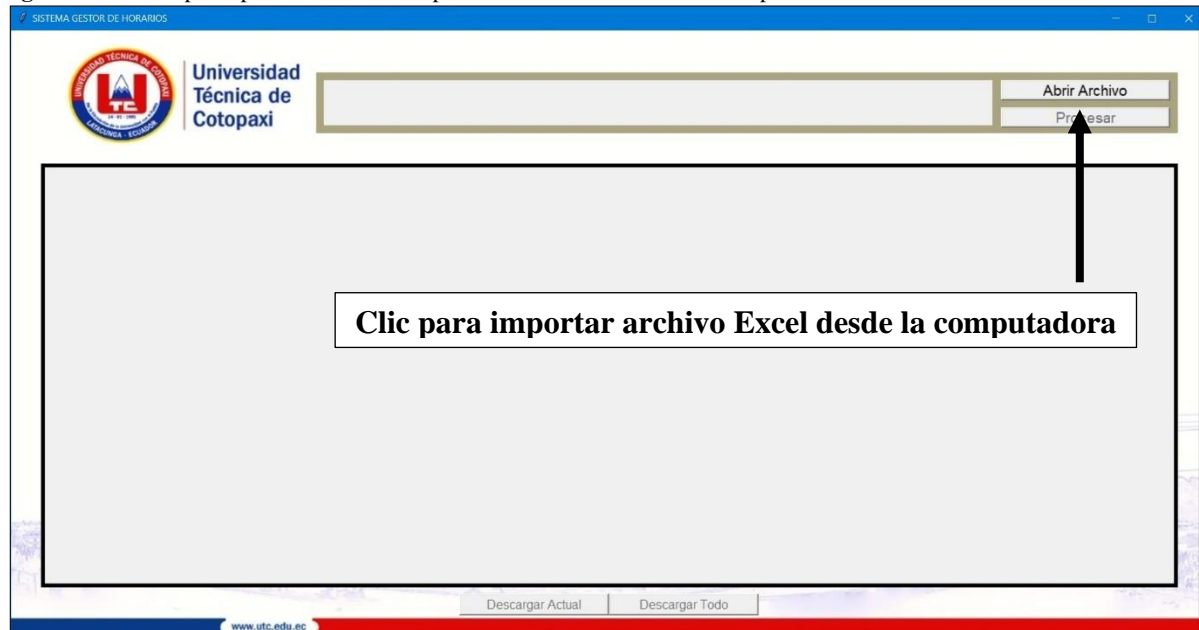
Anexo 6. Guía del usuario

Figura 4: PDF con el manual de instalación y de usuario



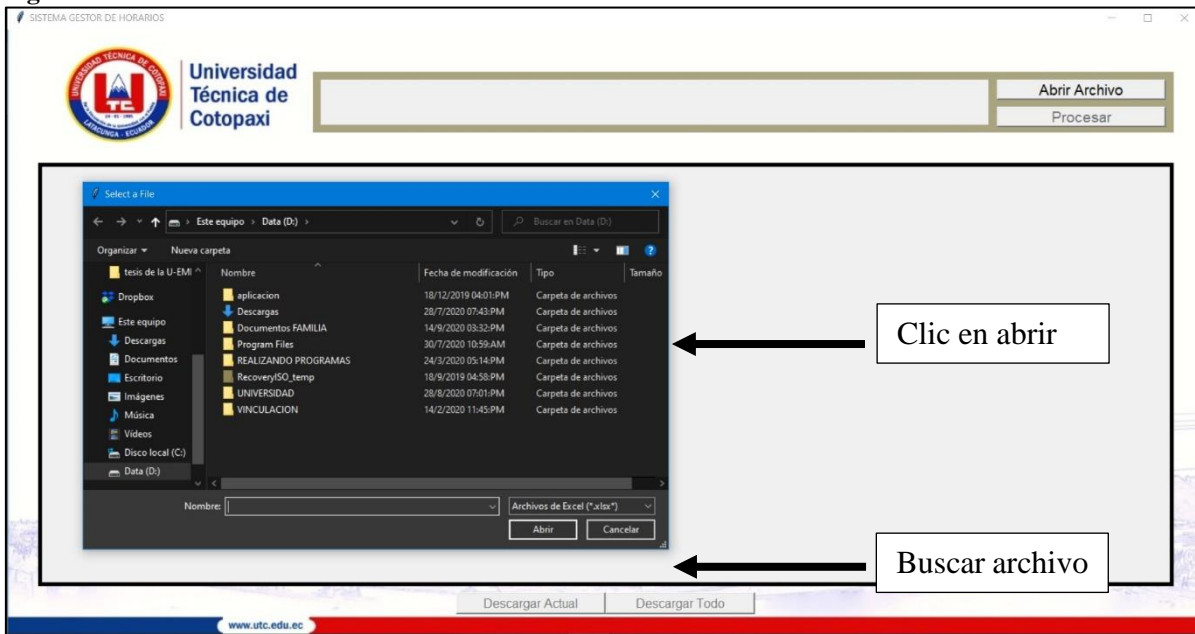
Elaborado por: Los Autores

Figura 5: Pantalla principal del sistema – importar archivo Excel desde la computadora.



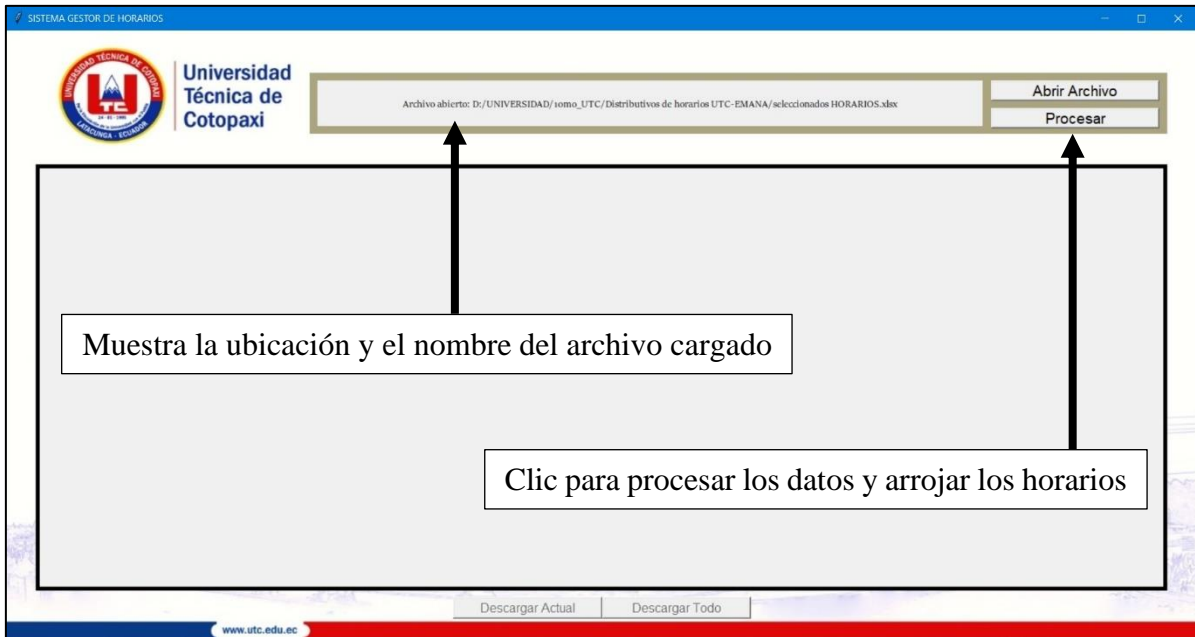
Elaborado por: Los Autores

Figura 6: Buscar la ubicación del archivo



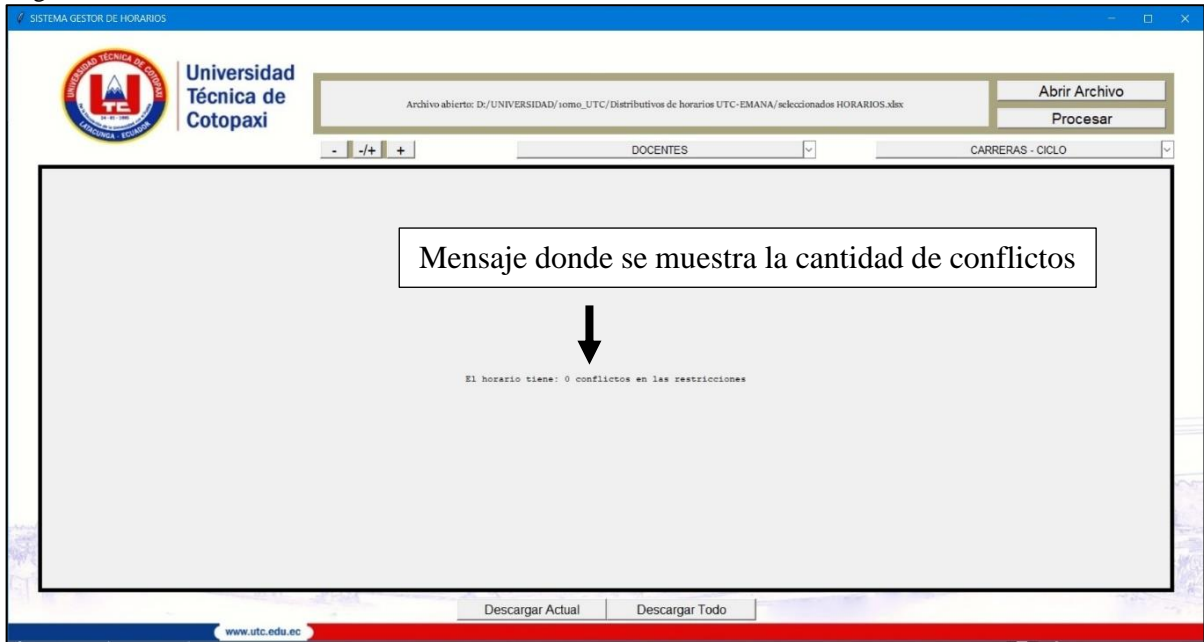
Elaborado por: Los Autores

Figura 7: Procesamiento del archivo cargado para luego mostrar los resultados – Se muestra la ubicación y el nombre del archivo seleccionado.



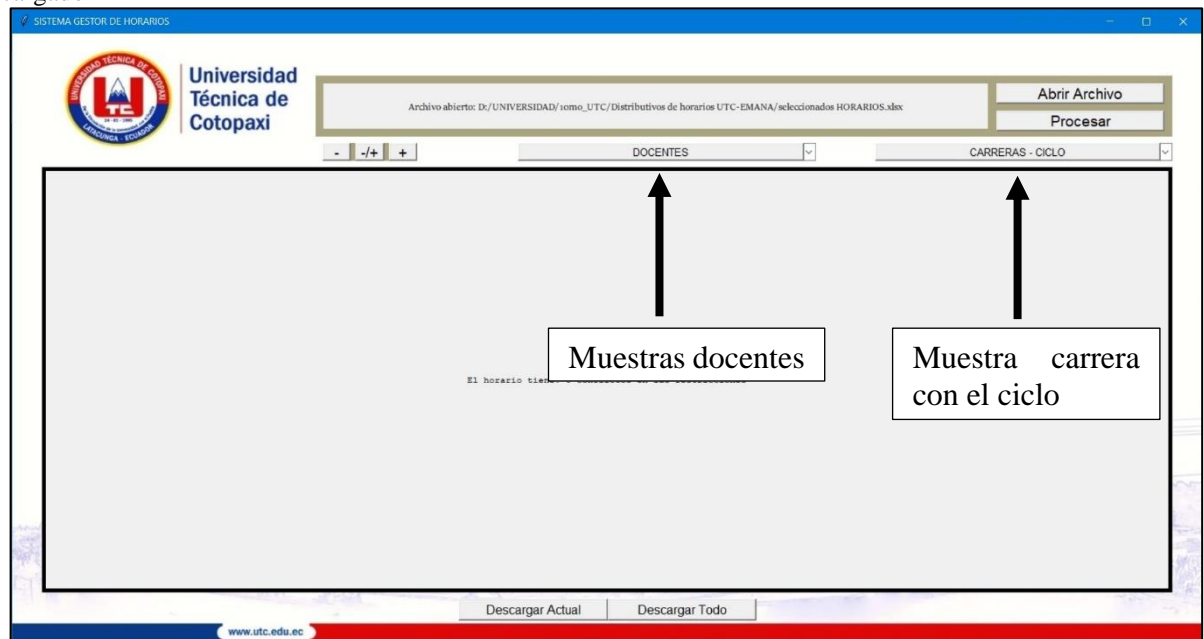
Elaborado por: Los Autores

Figura 8: Una vez procesado se muestra un mensaje con la cantidad de conflictos en el horario que al procesar surgieron.



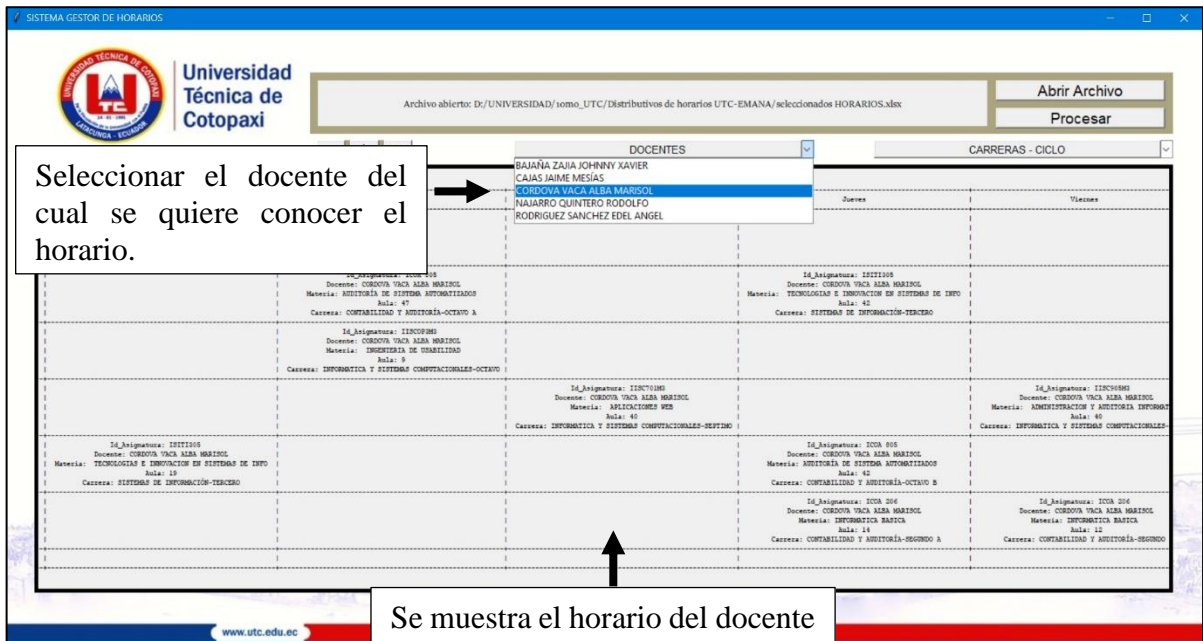
Elaborado por: Los Autores

Figura 9: Se muestra los docentes y las carreras que se encuentran registrada en la base de datos del distributivo cargado



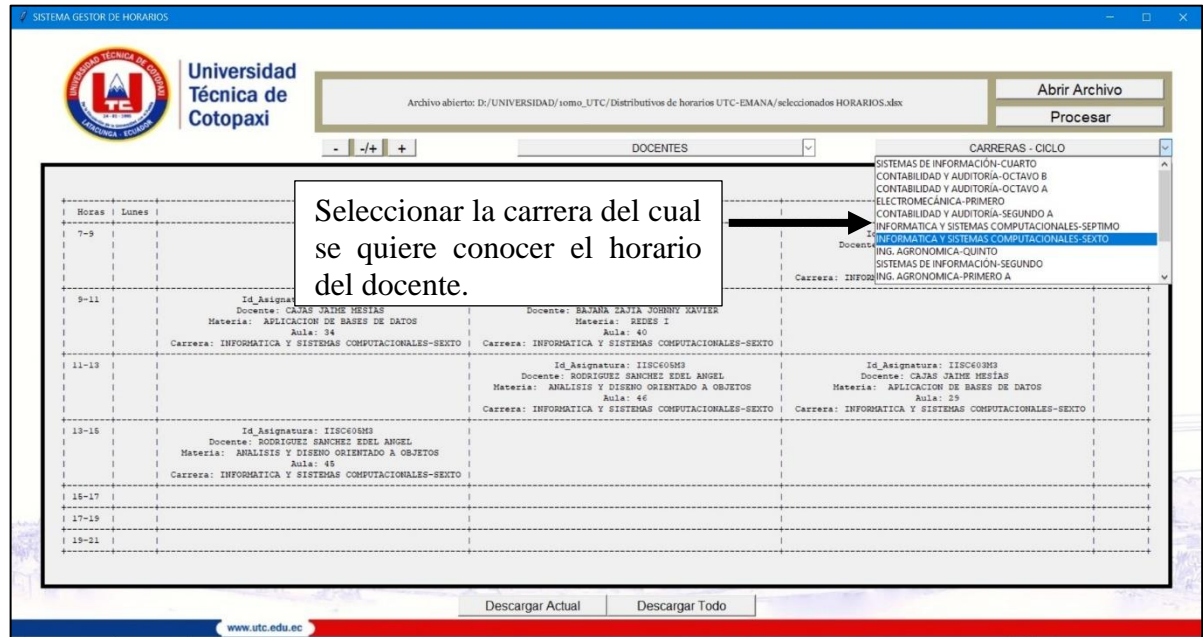
Elaborado por: Los Autores

Figura 10: Se muestra la cantidad de docentes cargados desde el archivo Excel – Se muestra las materias con el horario del docente seleccionado.



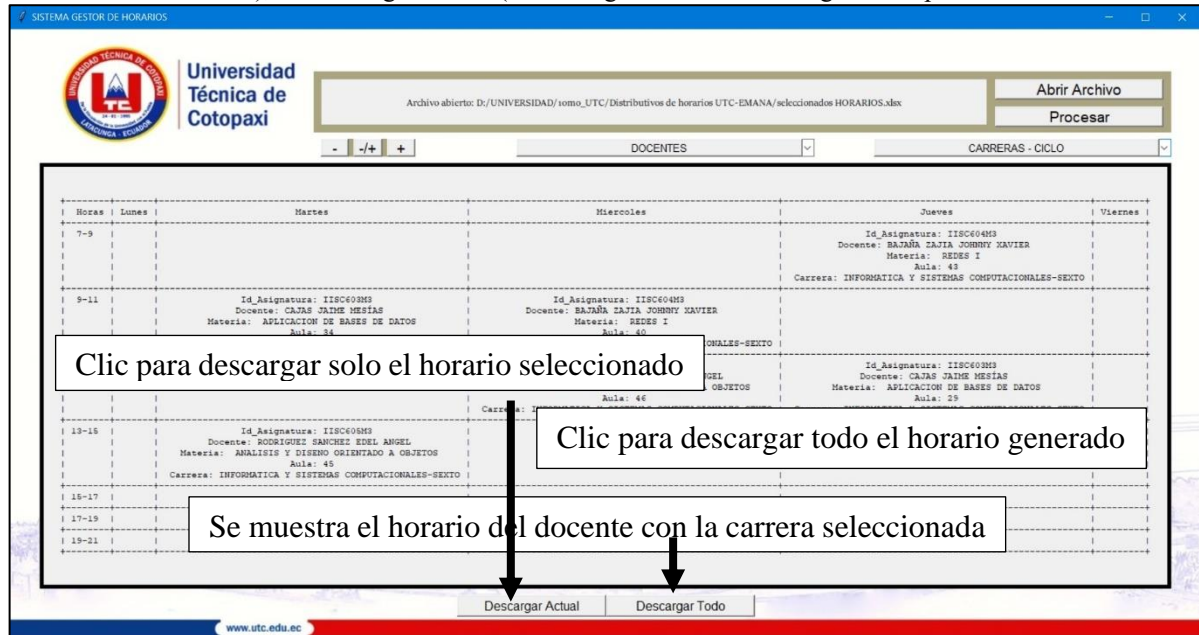
Elaborado por: Los Autores

Figura 11: Se muestra la cantidad de carreras en el cual el docente seleccionado imparte clases – Horarios con las materias en las carreras del docente seleccionado



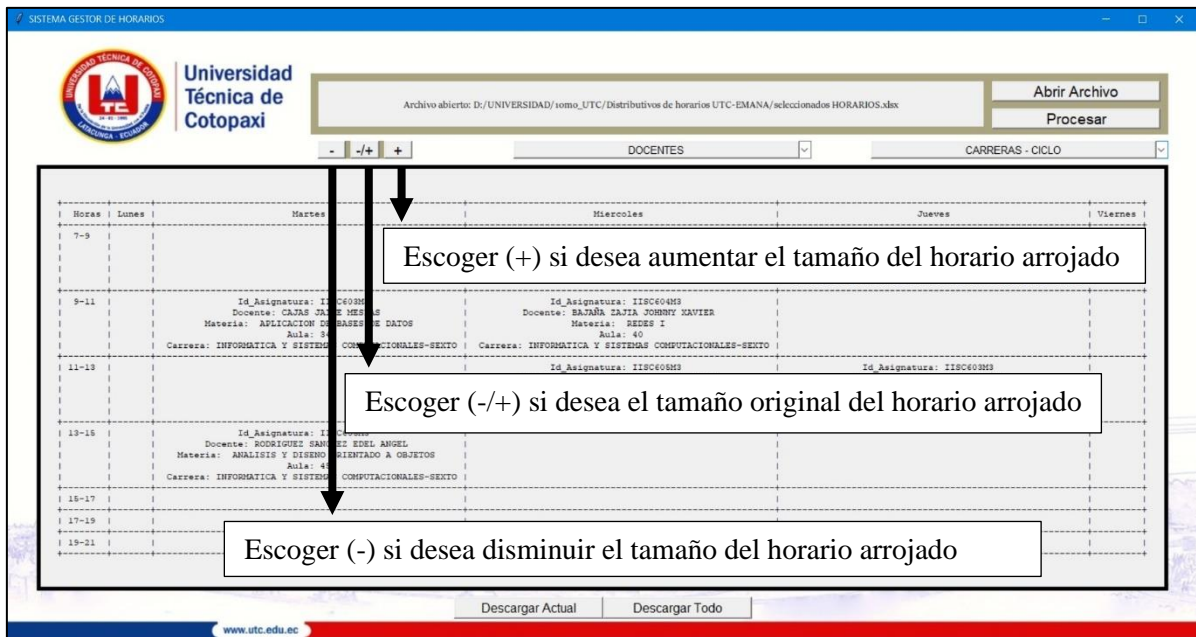
Elaborado por: Los Autores

Figura 12: Seleccionar la función que desea realizar “Descargar Actual” (se descargará solo el horario del docente el cual fue seleccionado), o “Descargar Todo” (se descargará todo el horario generado por el sistema)



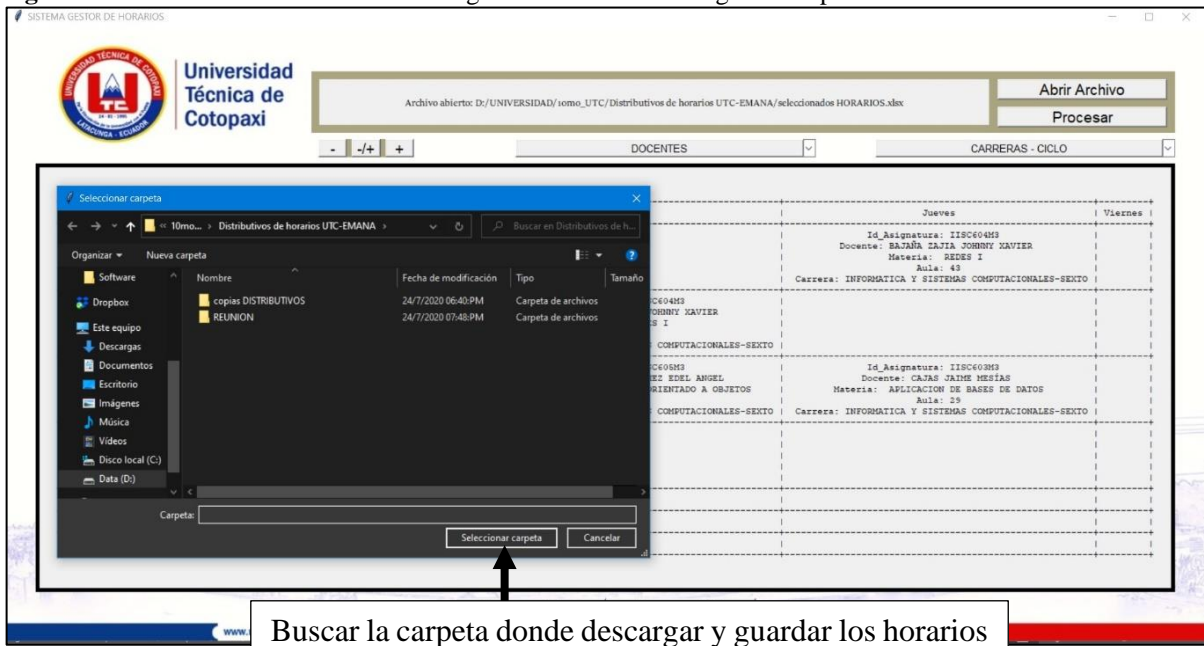
Elaborado por: Los Autores

Figura 13: Opción para seleccionar aumentar, disminuir o dejar el tamaño del horario según la necesidad del usuario.



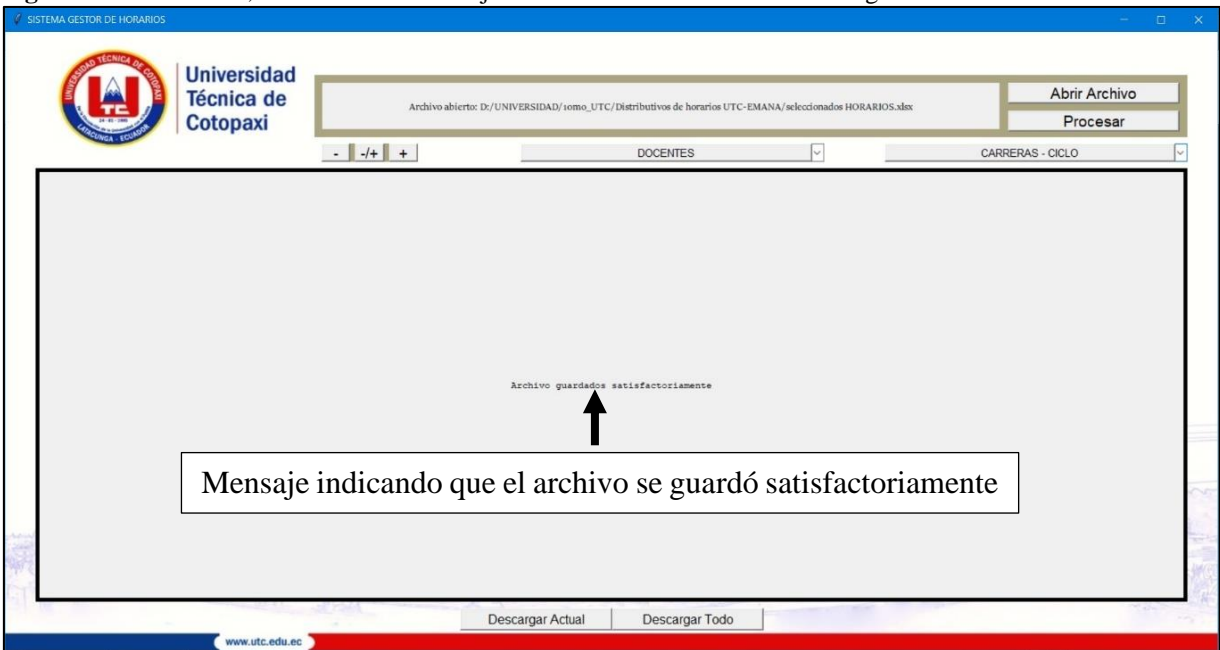
Elaborado por: Los Autores

Figura 14: Seleccionar la ubicación donde guardar el/los archivos generado por el sistema.



Elaborado por: Los Autores

Figura 15: Finalmente, se muestra un mensaje donde indica si el/los archivos se guardaron satisfactoriamente.



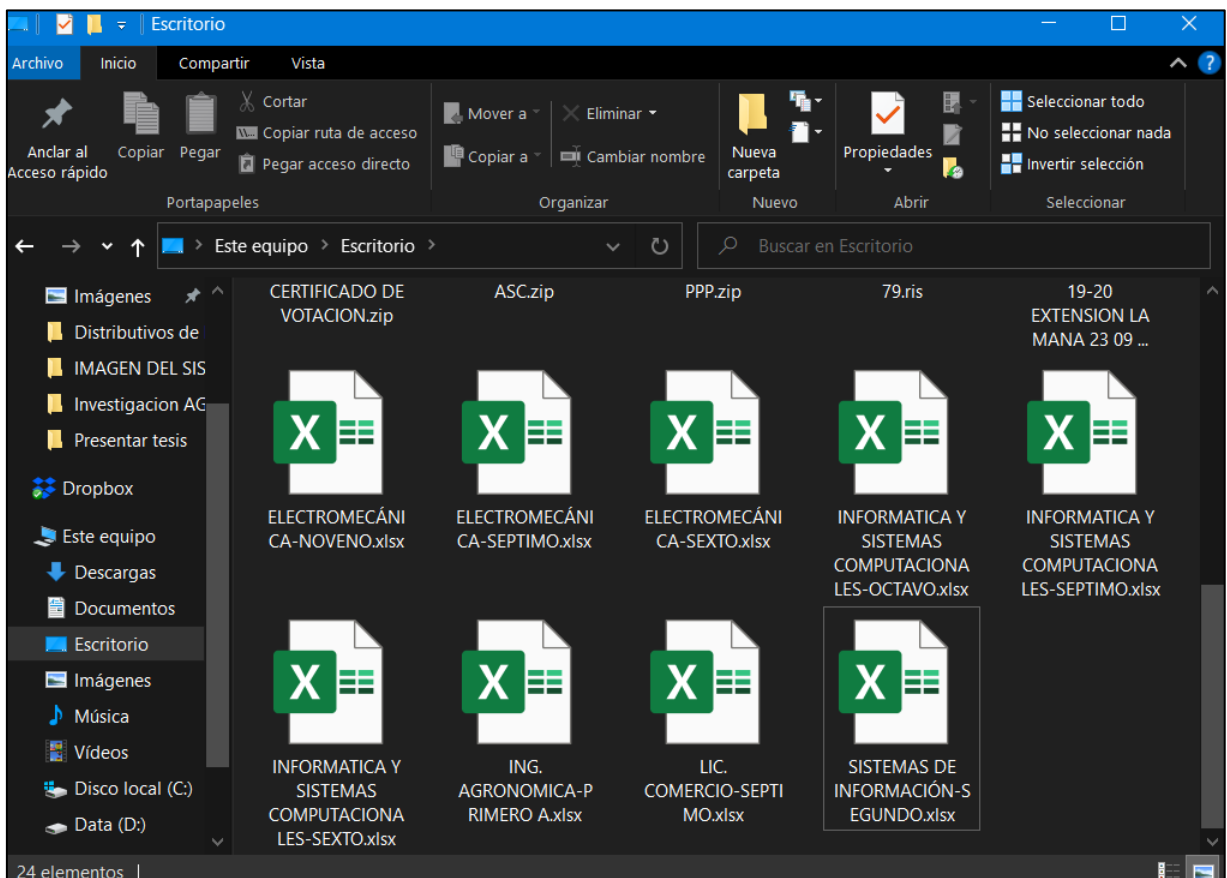
Elaborado por: Los Autores

Figura 16: Horario de docentes con las asignaturas por carrera guardo en un espacio del disco duro.

	A	B	C	D	E	F
1		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
2	7-9	-	-	-	-	-
3	9-11	-	-	-	Id_Asignatura: IELMPI1 Docente: BRAVO AMABLE BIENVENIDO Materia: PROYECTO INTEGRADOR I Aula: 49 Carrera: ELECTROMECÁNICA-SEXTO	-
4	11-13	-	-	-	-	-
5	13-15	-	-	-	-	-
6	15-17	-	-	-	-	-
7	17-19	-	-	-	-	-
8	19-21	-	-	Id_Asignatura: IELMPI1 Docente: BRAVO AMABLE BIENVENIDO Materia: PROYECTO INTEGRADOR I Aula: 15 Carrera: ELECTROMECÁNICA-SEXTO	-	-
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Elaborado por: Los Autores

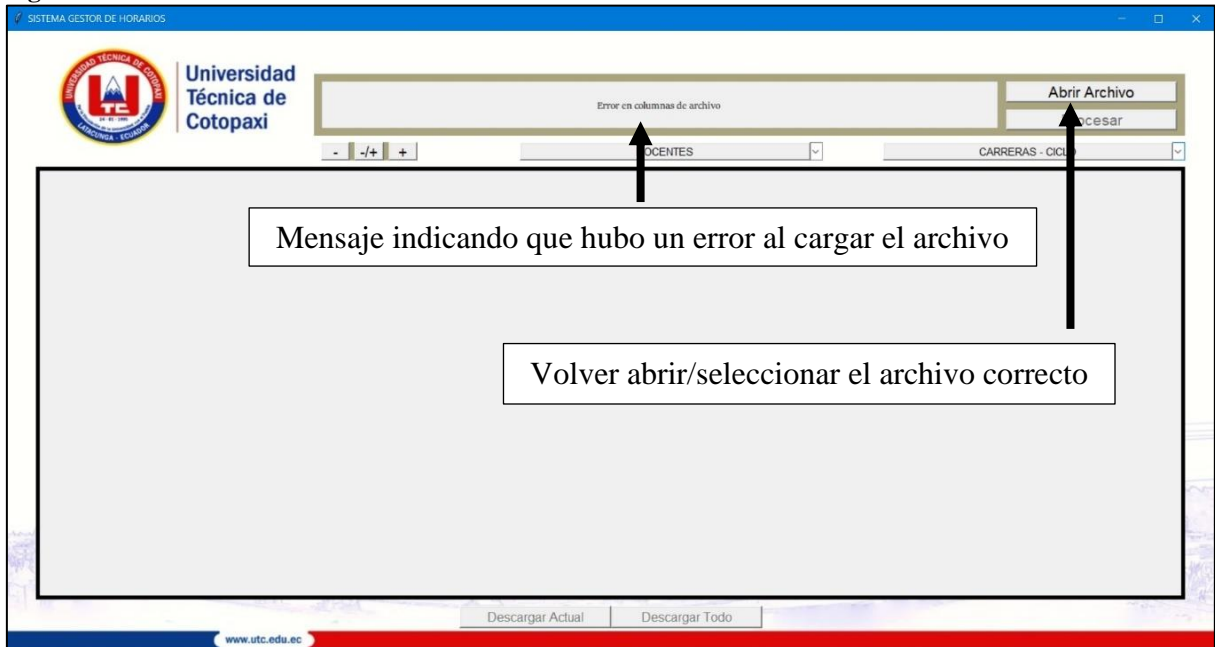
Figura 17: Horario de docente con todas las asignaturas guardo en un espacio del disco duro.



Elaborado por: Los Autores

Nota: Si se ha escogido mal el archivo con el formato incorrecto mostrará un mensaje de error. Volver a realizar nuevamente el proceso de carga del archivo Excel donde se tiene el distributivo de los docentes con sus respectivas materias a impartir.

Figura 18: Posible error



Elaborado por: Los Autores