PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
Sede Esmeraldas

ESCUELA

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

INFORME DE ESTUDIO DE CASO.

Tema:

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACA VEHICULAR AL INGRESO DE LA ZONA DE APARCAMIENTO DE DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS (PUCESE)

Previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Computación

Autor:

Ortiz Vera Paúl Mauricio

Asesor:

MSC. Cedeño Rodríguez Guillermo Augusto

Esmeraldas - Ecuador

Agosto 2016

AUTORÍA

Yo, Paúl Mauricio Ortiz Vera, portador de la cédula de ciudadanía N° 0804362903, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de estudio de caso es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación se exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

_____

Paúl Mauricio Ortiz Vera

AUTOR

Disertación aprobada luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE, previa a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas y Computación.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

LECTOR 1

LECTOR 2

DIRECTOR DE ESCUELA

DIRECTOR DE TESIS MSC. GUILLERMO DEDEÑO

FECHA: _____

ÍNDICE

AUTORÍA ii

RESUMEN: viii

ABSTRACT: ix

1. JUSTIFICACIÓN 1

2. OBJETIVOS: 2

2.1. Objetivo General: 2

2.2. Objetivos Específicos: 2

3. CASO: 3

3.1. Problemática 3

3.1.1. Sistemas de control de acceso vehicular 3

3.1.2. Visión Artificial 5

3.1.3. Sistema de Reconocimiento Automático de Placas Vehiculares 5

3.2. Metodología ..... **¡Error! Marcador no definido.**

3.3. Variables de estudio 9

3.3.1. Resultados de la encuesta 10

3.3.2. Análisis de la Entrevista 16

4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN: 19

SISTEMA PROPUESTO 20

4.1. Captación 21

4.1.1. Cámaras IP: 21

4.2. Pre-procesamiento 23

4.3. Segmentación 23

4.3.1. Algoritmos de localización 23

4.4. Descripción 25

4.5. Reconocimiento 26

4.5.1. Reconocimiento Óptico de Caracteres 27

4.5.2. Métodos de reconocimiento 27
4.6. Interpretación 28
4.7. Hardware 29
4.7.1. Brazo mecánico 29
4.7.2. Arduino 30
4.8. Software 30
4.8.1. Matlab (Comercial) 31
4.8.2. Scilab (Libre) 31
4.8.3. Visual Studio .Net (Comercial) 32
4.8.4. Java (Libre) 32
4.9. Estructura del parqueadero 33
4.10. Diagrama de flujo de datos del sistema. 34
4.11. Modelo y Notación de procesos de Negocio. 37
4.12. Funcionamiento del Sistema 39
4.13. Casos de uso 40
4.14. Estimación del costo 41
4.15. Diseño conceptual de la base de datos 44
4.16. Diseño lógico de la base de datos 45
4.17. Diseño físico de la base de Datos 46
4.18. Interfaz del Sistema 47
5. CONCLUSIONES 56
6. RECOMENDACIONES 57
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: 58
8. ANEXOS: 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cámara HOSAFE-1MB1G 22
Figura 2: Placa segmentada. 24
Figura 3: Placa sin bordes. 25
Figura 4: Matricula umbralizada (arriba) y su proyección horizontal (abajo). 26
Figura 5: Placa segmentada por símbolos 26
Figura 6: Barrera vehicular marca Motorline 29
Figura 7: Android Uno & Genuino Uno 30
Figura 8: Estructura actual del parqueadero. 34
Figura 9: Estructura propuesta. 34
Figura 10: Elementos del DFD's. 35
Figura 11: DFD del Sistema 35
Figura 12: Elementos centrales del diagrama BPMN 37
Figura 13: Diagrama BPMN 38
Figura 14: Diagrama de red del sistema de acceso vehicular. 39
Figura 15: Caso de uso Responsable 40
Figura 16: Diseño conceptual del sistema propuesto. 44
Figura 17: Diseño lógico del sistema propuesto. 45
Figura 18: Diseño físico del sistema propuesto. 46
Figura 19: Inicio de sesión del sistema. 47
Figura 20: Menú del administrador 48
Figura 21: Menú del responsable sistema 48
Figura 22: Gestionar matriculas 50
Figura 23: Añadir matricula 50
Figura 24: Editar matricula 51
Figura 25: Eliminar matricula 51
Figura 26: Listado de vehículos 52
Figura 27: Reportes por filtro 53
Figura 28: Registros e historial 53
Figura 29: Cambiar contraseña 54
Figura 30: Administrar responsables. 55

ÍDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Propietarios de vehículos en la PUCESE..... 10
Gráfico 2: Utilización de vehículos en la PUCESE. 10
Gráfico 3: Frecuencia de asistencia vehicular durante el día. 11
Gráfico 4: Jornada/Hora de uso vehicular en la PUCESE. 12
Gráfico 5: Conocimiento de existencia de responsable de aparcamiento en la PUCESE. 12
Gráfico 6: Apreciación de infraestructura física del aparcamiento de la PUCESE. 14
Gráfico 7: Disponibilidad del aparcamiento de la PUCESE. 14
Gráfico 8: Seguridad vehicular en el aparcamiento de la PUCESE. 15
Gráfico 9: Aceptación de la implementación de un sistema autónomo de parqueadero docente y administrativo en la PUCESE. 16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Cuadro de Operacionalización de Variables..... 9
Tabla II: Comparación de sistemas automáticos frente a tradicionales. 19
Tabla III: Coeficientes del modelo COCOMO..... 41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta a Docentes y administrativos. 60
Anexo 2: Entrevista al Coordinador de mantenimiento de la PUCESE. 62
Anexo 3: Estacionamiento de Directivos. 63
Anexo 4: Parqueadero de Docentes y Administrativos..... 64
Anexo 5: Parqueadero de Alumnos..... 65
Anexo 6: Parqueadero de Motos. 66
Anexo 7: Parqueadero sin especificar. 707
Anexo 8: Entrada y cancha de la institución. 718
Anexo 9: Posición en la que debería ir el brazo del sistema ANPR. 729
Anexo 10: Posición en la que debería ir la Cámara IP. 70

RESUMEN:

La presente investigación inquiere en el sistema de parqueo con el que cuenta la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, con el fin de determinar las ventajas y desventajas que este posee, de forma que se pudo determinar el sistema más idóneo que se podría implementar la institución, con el fin de optimizar dicho sistema, y mejorar el congestionamiento de vehículos derivado en las horas pico.

La información que permitió determinar el sistema apto de implementación, fue extraída de una serie de investigaciones en: revistas, publicaciones, libros, y artículos científicos. Además de las encuestas realizadas a la población de estudio (docentes y administrativos) y la entrevista al coordinador de mantenimiento, que permitieron identificar las diferentes falencias del sistema actual, dando apertura a la selección de los algoritmos óptimos según el ambiente de estudio.

Posteriormente, se determinó que la PUCESE, debería implementar un sistema automático de reconocimiento de placas vehiculares con un brazo mecánico en la zona definida en la estructura propuesta.

ABSTRACT:

This research follows in the parking system with which tells the Pontifical Catholic University of Ecuador See Esmeraldas, in order to determine the advantages and disadvantages that this has, so that it could determine the most suitable system could implement the institution, in order to optimize the system, and improve vehicle congestion during peak hours.

The information allowed to determine the suitable system implementation, was drawn from a series of investigations in magazines, publications, books and scientific papers. In addition to the surveys of the study population (teachers and administrators) and interview the coordinator of maintenance, which identified various shortcomings of the current system, giving opening to the selection of optimal algorithms according to the study environment.

Subsequently, it was determined that the PUCESE, should implement an automatic system of recognition plates number with a mechanical arm in the area defined in the proposed structure.

1. JUSTIFICACIÓN

Controlar el acceso de vehículos a una zona restringida para docentes y administrativos permite asegurar que exista una mayor disponibilidad de lugares de aparcamiento, pues a la zona restringida ingresarán únicamente aquellos vehículos que tienen autorización, de forma que estos lugares no sean ocupados por terceros. Además, permitirá optimizar el tiempo promedio de parqueo, gracias a la reducción del congestionamiento.

El control vehicular aumentaría la seguridad que se le proporciona a los vehículos, pues el responsable del sistema podría generar reportes de la frecuencia de asistencia de estos. Y en caso de robos o sustracción de estos, se podría verificar la entrada del vehículo, y las grabaciones de la cámara permitirían observar la salida del mismo, obteniendo las fechas y horas de los sucesos.

Por otro lado, el control vehicular reduciría el riesgo que se genera tanto para personas como vehículos al dejarlos en la colina de entrada a la universidad, pues el espacio es muy reducido.

El sistema de control vehicular, permitirá corroborar la asistencia de aquellos docentes o administrativos que cuentan con vehículo, y que por alguna razón no registren su asistencia en el control biométrico de la institución, estos y otros casos que requerirían de confirmación de asistencia o presencia, generan valor añadido de la universidad en cuanto a su infraestructura física, mejorando la satisfacción y comodidad de aquellos que la conforman.

2. OBJETIVOS:

2.1. Objetivo General:

- Diseñar un sistema de reconocimiento de placas de vehículos para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, a través de herramientas de desarrollo de software y hardware, para controlar el ingreso de los vehículos.

2.2. Objetivos Específicos:

- Analizar el sistema actual de control de parqueo vehicular con que cuenta la PUCESE.
- Seleccionar el mejor tipo de sistema a través de una serie de investigaciones y comparaciones para satisfaga la necesidad planteada.
- Determinar las herramientas de software y hardware a través de un estudio analítico que permita determinar las características óptimas que estos deban tener para garantizar la correcta ejecución del proceso.
- Modelar el sistema de reconocimiento de placas de vehículos, mediante herramientas apropiadas que permitan especificar las funciones y el comportamiento del mismo.

3. CASO:

3.1. Problemática

La PUCESE, se encuentra ubicada en una colina, por lo que el espacio usable de esta es reducido, de forma que las zonas de aparcamiento disponibles son pocas para la cantidad de usuarios que requieren de estas. Debido a esto, se han recurrido a uso de zonas no registradas o no adecuadas para parqueaderos.

Una de las zonas que se utilizan como aparcamiento es la cancha (área estudiantil), la cual se usa temporalmente, pero esta es cerrada cuando se requiere para el uso de eventos propios de la institución, como casa abierta, conciertos, bingos, etc., reduciendo los espacios habituales para el aparcamiento.

Otra zona que se la usa regularmente como aparcamiento es la colina de ingreso a la universidad, justo antes de llegar a la zona de aparcamiento, este lugar es de alto riesgo para los vehículos que se encuentra en dicha ubicación como para aquellos que ingresan a la universidad debido a que puede ocurrir un choque, producto de la reducción del espacio de ingreso, además de la posibilidad de que un árbol caiga sobre estos.

Actualmente, en la PUCESE, el control de aparcamiento de los vehículos es escaso, por lo que da apertura a que cualquier persona pueda ingresar a los mismos, irrespetando las zonas respectivas de aparcamiento, según el cargo que se cumpla en la institución. Para reducir los riegos y problemas que se presentan en el aparcamiento de la PUCESE, se propone diseñar un sistema que permita llevar un control e identificación de los vehículos, con el objetivo de que exista una zona en la que el ingreso sea posible solo para los docentes y administrativos, esto permitirá que se respeten las zonas de parqueo y se reduzca el nivel de congestionamiento.

3.1.1. Sistemas de control de acceso vehicular

Existen diferentes tipos de sistemas de acceso vehicular que se usan en la actualidad, ligándose a las políticas de cada empresa e institución, el ambiente y recursos que estas

poseen. En la ciudad de Esmeraldas se puede observar y distinguir varios de estos en las diferentes instituciones y sectores privados:

En las Villas de Petroecuador, el sistema de acceso de vehículo utilizado está basado en una serie de conos que impiden el paso tanto de entrada como de salida, en conjunto con dos guardias, encargados de permitir el paso a los vehículos luego de preguntar el barrio al que se dirigen.

El centro comercial de la ciudad "Multi Plaza", cuenta con un sistema de parqueadero supervisados por guardias, mismos que se encargan de escribir el número de la placa del vehículo en un ticket, posteriormente entregado al conductor para permitir su ingreso al parqueadero, una vez el conductor de dicho vehículo se disponga a salir, el guardia solicita el ticket entregado en el ingreso, donde deberá coincidir el número de placa con el escrito en dicho ticket, si la coincidencia es del 100%, se permitirá la salida del vehículo, en caso de perder el ticket también existen alternativas, como presentar los documentos del vehículo.

En el Batallón de Infantería Motorizada de Esmeraldas (BIMESN), ejecutan un sistema de ingreso vehicular un poco sofisticado, para poder llegar a esta base militar se debe pasar por tres controles diferentes, ejecutando el siguiente proceso: En el primer control, el conductor deberá llamar a la persona con la que tiene la cita, de forma que comunique al militar encargado de que puede acceder, una vez confirmado, se permite el acceso; En el segundo control, el militar permite el acceso al vehículo, pero informa al tercer control de que ingresa un vehículo; Una vez en el tercer control, estos se encargan de llamar a la persona con la que se va a reunir, una vez confirmado, el conductor deberá dejar la cédula para registrar el acceso, y podrá ingresar el vehículo.

Sin embargo, existen otros sistemas de control de acceso vehicular, distintos a los ya mencionados, entre los más destacados tenemos:

Villarroel José Alberto y Villarroel José Mauricio (2010) desarrollaron su tesis con el tema "Diseño e implementación del sistema control e identificación vehicular en parqueadero ubicado en el edificio administrativo de la UPS aplicando tecnología RFID" en el que describian el uso de la tecnología RFID (identificación por radiofrecuencia, en ingles **R**adio **F**requency**ID**entification), que permitía almacenar y recuperar datos remotos, usando etiquetas electrónicas que incorporan un microchip que

almacena un código único para identificación de dicha tarjeta, una vez escaneada la tarjeta, esta permitía el acceso del vehículo al edificio.

Esta tecnología permitió optimizar el control de ingreso de vehículos al edificio administrativo de la Universidad Politécnica Salesiana, además de mejorar la seguridad del mismo.

La visión por computadora y al procesamiento de imágenes es uno de los principales actores hoy en día, asistiendo a la recopilación y procesamiento de la información, permitiendo su aplicación en varios campos como la industria, educación, seguridad etc. Y gracias a estas tecnologías se han diseñado sistemas de reconocimiento automático de placas vehiculares que facilitan el control de acceso, descrito anteriormente.

3.1.2. Visión Artificial

La visión artificial o visión por computador es una tecnología que combina la función de adquisición de imágenes y un dispositivo informático, con el fin de extraer, medir, analizar, clasificar y comparar características o propiedades que tengan en común con otras, adjuntando la toma de decisiones, tratando de simular la visión humana y el procesamiento cerebral, con el fin de resolver problemas ligados a estos.(Ocampo Carrión, 2011)

Por otro lado, Delgado Montiel (2010), menciona que también se puede definir a la visión por computadora como un conjunto de investigaciones encaminadas a resolver problemas de la visión humana como identificación, clasificación y descripción de objetos, entre otras necesidades a las que se puede presentar el análisis de imágenes.

Según González (2009), la visión por computadora puede tener diversas aplicaciones en biomedicina, seguridad, producción, movilidad, sociedad, medios de comunicación, etc., permitiendo realizar investigaciones en diversas áreas como: sistemas de ayuda a la conducción, análisis de documentos (Reconocimiento óptico de caracteres), reconocimiento de objetos, diagnóstico de enfermedades a partir de radiografías, etc.

3.1.3. Sistema de Reconocimiento Automático de Placas Vehiculares

Un sistema de reconocimiento automático de placas vehiculares (*AutomaticNumberPlateRecognition*, ANPR), es un sistema de alta precisión capaz de

detectar y leer las placas de matrícula de vehículos, sin necesidad de que un ser humano realice alguna acción, esto se realiza mediante el uso de la captura de una imagen utilizando el apoyo de iluminación, detección de caracteres dentro de las imágenes obtenidas, en este caso los caracteres de una placa vehicular, permitiendo convertir una imagen en texto digital.(MAV Systems Ltd, 2015)

A través de estas herramientas y un conjunto de metadatos permiten identificar una imagen que contiene una placa vehicular y el texto decodificado asociado a esta. Se debe de tener en cuenta que la imagen obtenida deberá pasar por un proceso en el que permita recortar únicamente la placa para posteriormente realizar la operación, un ejemplo de estos métodos es elReconocimiento Óptico de Caracteres (en ingles *OpticalCharacterRecognition*, OCR).(Gutierrez, Frydson, & Vintimilla, 2011)

Por lo tanto, ANPR es una tecnología subyacente que se la utiliza para localizar y reconocer un número de matrícula de un vehículo, y los suministros de esta información, en donde la computadora ejecuta una serie de procesamientos, en los cuales, la información puede ser interpretada, almacenada o igualada para crear un sistema basado en ANPR.

La mayoría de sistemas ANPR son utilizados por fuerzas policiales y en autopistas como un método de detección de exceso de velocidad a través del cálculo de la velocidad media. Sin embargo, ANPR se utiliza en una variedad de otras maneras de apoyar la seguridad, así como la eficiencia de apoyo en la forma en que interactuamos con infraestructura de transporte y vehículo. (MAV Systems Ltd, 2015)

Entre los usos de ANPR tenemos: gestión de aparcamiento, control de acceso, análisis de tiempo de viaje, gestión de tráfico, administración de carril de autobús. Estas herramientas tecnológicas permiten garantizar la seguridad tanto de los usuarios como de sus pertenencias, mejorando el control y flujo de transporte de las personas, existen sistemas tan completos que permiten un monitoreo en tiempo real.

El APNR de control de acceso permite limitar el acceso a zonas y recursos, basándose en la identidad del usuario a través de la placa vehicular, dando apertura únicamente a las zonas correspondidas según su grupo de pertenencia.

Los sistemas APNR tienen dos aspectos tecnológicos esenciales que permitirán definir la calidad del mismo: La calidad del sistema y sus algoritmos de reconocimiento,

optimizados de manera que permitan reducir el margen de error en el reconocimiento de la placa del vehículo y la calidad de la tecnología de obtención de imágenes, la cámara y la iluminación, puesto que esto permitirán impulsar un buen reconocimiento de esta placa, dependiendo de las condiciones ambientales. (Haro Figueroa & Cañadas Betancourt, 2011)

Los sistemas de reconocimientos de placas vehiculares, permiten a una cámara identificar la placa de un automóvil, a base de un programa que procesa la imagen y las detecta los caracteres a través de un algoritmo, como OCR. Existen varias publicaciones de sistemas de este tipo, tales como:

Delgado Montiel José (2010), en el Instituto Politécnico Nacional de México, realizó su tesis de grado con el tema "Reconocimiento de Placas Vehiculares" basándose en la visión por computadora y algoritmos para localización y procesamiento de la placa. El sistema logro ser funcional, según el entorno descrito en dicha tesis, pues este fue sometido a pruebas desde diferentes ángulos y distancias.

Richard Gutiérrez, Ma. Fernanda Frydson y Boris Vintimilla, realizaron una publicación denominada "Aplicación de Visión por Computador para el Reconocimiento Automático de Placas Vehiculares utilizando OCR's Convencionales" en el que se explica el funcionamiento de dicho sistema, el cual está basado en un sistema OCR de código abierto denominado Tesseract, seleccionado por comparaciones entre sistemas del mismo tipo. Tesseract les permitió realizar una librería con excelentes resultados, pero se debe tener en cuenta que el sistema desarrollado no incluía las etapas de corrección y segmentación por lo que se realizó de forma manual.

Andrade Miranda Gustavo, López Encalada José y Chávez Burbano Patricia, publicaron un artículo llamado "Sistema de Control Vehicular Utilizado Reconocimiento Óptico de Caracteres", en el que explican como este sistema podría ayudar a mejorar la seguridad de una institución y cómo reducir los robos de vehículos de la misma, además hacen referencia a que el sistema aumenta o disminuye su porcentaje de acierto según el estado de la placa vehicular, teniendo una eficiencia del 75,51%, con verificación en 6 placas vehiculares diferentes.

3.2. Metodología

En el presente trabajo, según los objetivos establecidos, se aplicará el tipo de investigación tecnológica, debido a que para poder desarrollar un Sistema ANPR para la PUCESE, el cual no ha sido desarrollado anteriormente en esta institución, es preciso partir de contenidos teóricos-prácticos de otras investigaciones, mencionadas en los antecedentes, con el objetivo de obtener los conocimientos necesarios de cómo se implementan dichos sistemas.

Teniendo en cuenta el nivel de profundidad o alcance, se aplicará la investigación descriptiva, debido a que inicialmente, se requiere realizar una investigación profunda del tema, permitiendo definir las características y aspectos relevantes a considerar de los sistemas ANPR. Además, se requiere identificar las particularidades del sistema, permitiendo entender: cómo se manifestará, es decir qué impacto tendrá en la región de estudio; qué variables serán indispensables y que se deberán tener en cuenta para la investigación.

La investigación realizada, extraída de: libros digitales, artículos científicos, entre otros medios, permitió estructurar y desarrollar el marco teórico del estudio de caso, incluyendo la aplicación de las normas APA 6ta edición, de forma que se diferencien los autores de cada una de estas fuentes, y proporcionar los debidos reconocimientos.

Para continuar con la investigación, es preciso definir la población de estudio, que en este caso serían los docentes y administrativos de la PUCESE, debido a que el sistema estará dirigido a una zona de estacionamiento específica, la cual debe ser ocupada por esta población. Cabe recalcar que, por motivos de tiempo y diferencias de horarios de los docentes y administrativos, no se los podrá estudiar en su totalidad, por ello es preciso alcanzar a la mayor cantidad posible, permitiendo obtener los resultados más óptimos y confiables.

Según los criterios que se definieron anteriormente, se concluye que la muestra es de tipo probabilístico, de esta forma, se intentará alcanzar a la mayor cantidad de personas, con el fin de obtener información de calidad.

Se utiliza como técnicas de investigación la encuesta (ver anexo 1) y la entrevista (ver anexo 2). La encuesta se aplica a la muestra de docentes y administrativos de la PUCESE, mientras que la entrevista al Coordinador de Mantenimiento de la PUCESE.

3.3. Variables de estudio

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala	Valor Final
Uso de vehículos en la PUCESE	Cantidad de docentes y administrativos que poseen o utilizan vehículos para el ingreso a la PUCESE	Potencial uso del parqueadero de la PUCESE	Tener vehículo propio	Nominal	Si No
		Uso real parqueadero de la PUCESE	Usa el parqueadero	Nominal	Si No
		Frecuencia	Jornadade uso del parqueadero	Nominal	Trabaja: • Mañana • Tarde • Noche
		Problemática	Horario de Cogestión	Nominal	Congestionamiento • 7Am • 12pm • 4pm • 6pm
Satisfacción del servicio de parqueo	Satisfacción de los docentes y administrativos en cuanto al sistema de parqueo actual de la PUCESE.	Física Disponibilidad Seguridad	Valor de la escala de Likert	Nominal	1. Totalmente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4. De acuerdo 5. Totalmente de acuerdo
Nivel de Aceptación	Grado en que los docentes y administrativosaceptan la implementación del proyecto en la PUCESE		Valor de la escala de Likert	Nominal	1. Totalmente en desacuerdo 2. En desacuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 4. De acuerdo Totalmente de acuerdo

Tabla I: *Cuadro de Operacionalización de Variables*

3.3.1. Resultados de la encuesta

La encuesta (ver anexo 1) se realizó del 22 al 26 de febrero del 2016 a los docentes y administrativos de la PUCESE, como se determinó en la muestra se alcanzó una cantidad de 151 encuestados. A continuación, se muestra los resultados y análisis de cada pregunta de la encuesta realizada.

1. **¿Cuenta usted con un vehículo propio?** (151 respuestas)

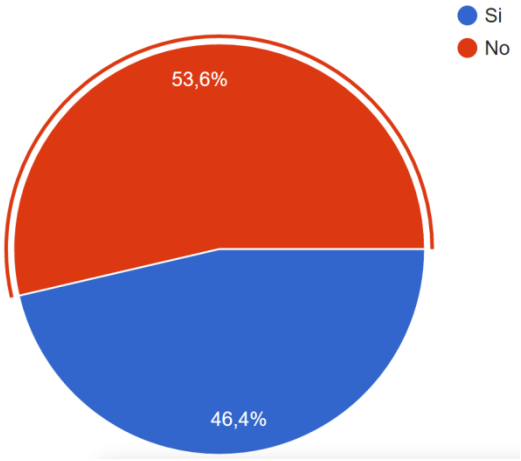


Gráfico 1: *Propietarios de vehículos en la PUCESE*

Como se puede observar en el gráfico 1, de los 151 entrevistados, el 46,4% de ellos cuentan con vehículos, dando a denotar que,a pesar de no ser la mayoría de los administrativos y docentes de la institución, sigue siendo una gran cantidad de propietariosde vehículos propios, pues la diferencia de aquellos que, si poseen y los que no, es muy estrecha (7,2% de diferencia), generando una demanda elevada de puestos en el parqueadero.

2. **Hace uso del sistema de parqueo de la PUCESE.** (151 respuestas)

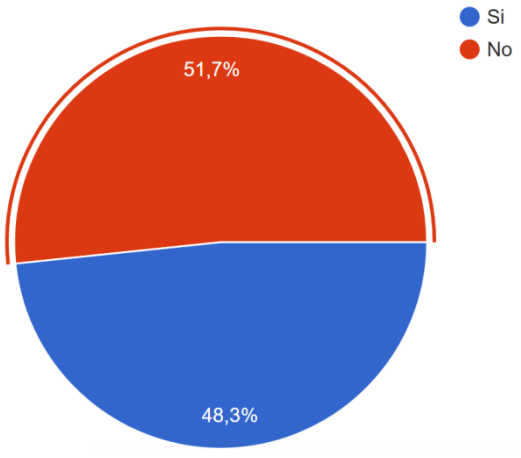


Gráfico 2: *Utilización de vehículos en la PUCESE.*

De los 151 entrevistados, el 48,3% respondieron que si hacen uso del parqueadero de la universidad, porcentaje en el que se incluyen individuos que no poseen vehículos propios (haciendo referencia a la pregunta 1), pero aun así hacen uso de las zonas de parqueo, para este pequeño porcentaje de personas, no sería necesario realizar un control vehicular (ingreso de estos vehículos a las zonas restringidas), pues el uso que le dan al parqueadero es irregular, al igual que la pertenencia de los vehículos, pues hacen uso de transportes contratado.

3. **¿Con qué frecuencia asiste a la institución en su vehículo?**(82 respuestas)

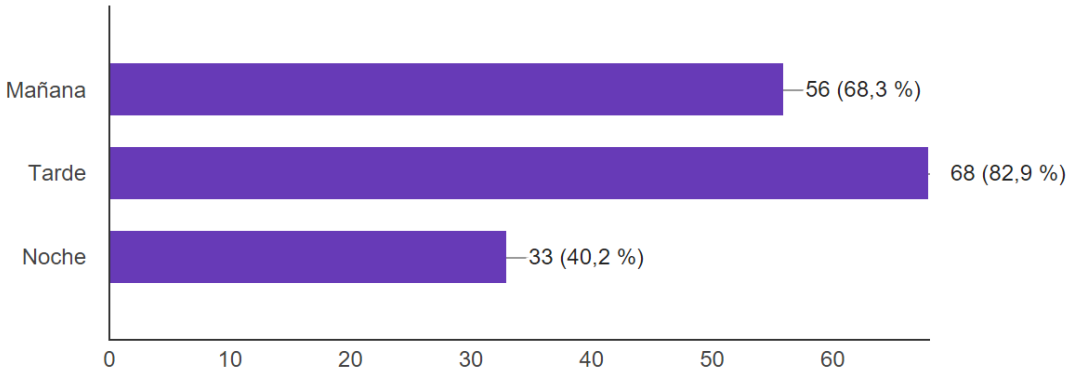


Gráfico 3: *Frecuencia de asistencia vehicular durante el día.*

De los 151 entrevistados, 82 de ellos respondieron la presente pregunta (que son las que tienen vehículos), dando como resultado que el mayor uso del parqueadero por parte de estos es en la tarde.

4. **¿En qué jornada hace uso del sistema de parqueo de la PUCESE?**(82 respuestas)

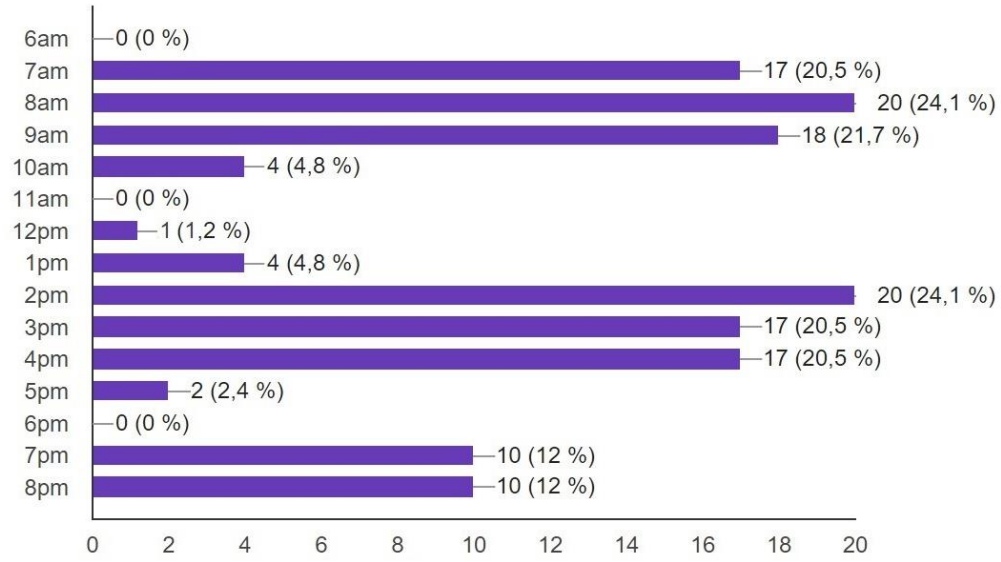


Gráfico 4: *Jornada/Hora de uso vehicular en la PUCESE.*

De los 151 entrevistados, 82 respondieron la pregunta, dejando como respuesta que las horas pico en el parqueadero de la universidad (entrada de vehículos), es entre las 7 y 9 en la mañana, y de 2 a 4 en la tarde, corroborando el resultado de la pregunta anterior. Cabe indicar que una vez ingresado el vehículo, este se queda parqueado, pues aquellas personas que ingresan en la mañana suelen quedarse hasta las 4:30 pm, y aquellas que ingresan en la tarde, hasta las 8 pm o 10 pm.

5. **Conoce si hay un responsable del aparcamiento en la PUCESE.** (151 respuestas)

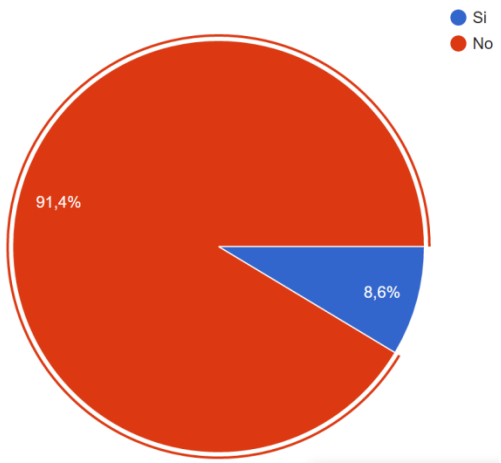


Gráfico 5:*Conocimiento de existencia de responsable de aparcamiento en la PUCESE.*

El 91,4% de los encuestados no conocen si existe un encargado que supervise el servicio de aparcamiento, y según lo comentado por el coordinador de

mantenimiento, no existe un encargado, pero se delega un guarda que supervise la zona de aparcamiento de las autoridades y motos, que se encuentra en la misma zona de carga y descarga de pasajeros.

6. **En relación a la infraestructura física de aparcamiento, ¿Cuál es su apreciación?** (151 respuestas)



Gráfico 6: *Apreciación de infraestructura física del aparcamiento de la PUCESE.*

Según lo obtenido de los entrevistados, sobre la infraestructura física del aparcamiento, el 41% de ellos están en desacuerdo, un 28% ni de acuerdo ni en desacuerdo, un 13% de acuerdo, 13% de ellos totalmente en desacuerdo, y el 5%restante están totalmente de acuerdo. Dejando en claro que la mayor parte de los administrativos y docentes no se encuentran satisfechos con la infraestructura física del mismo.

7. **El aparcamiento está disponible cuando usted lo requiere.** (151 respuestas)



Gráfico 7: *Disponibilidad del aparcamiento de la PUCESE.*

Según lo obtenido de los entrevistados, sobre la infraestructura física del aparcamiento, el 44% de ellos están en desacuerdo, el 24% ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 22% de acuerdo, el 6% totalmente en desacuerdo, y 4% de ellos están totalmente de acuerdo. La mayoría de los entrevistados hacen referencia a que no hay lugares de parqueo disponibles cuando lo requieren, por lo que su nivel de satisfacción en cuanto a la disponibilidad es muy bajo.

8. **Cree usted que el servicio de aparcamiento se presta con seguridad para los vehículos.** (151 respuestas)



Gráfico 8: *Seguridad vehicular en el aparcamiento de la PUCESE.*

Según lo obtenido de los entrevistados, sobre la infraestructura física del aparcamiento, el 37% de ellos están en desacuerdo, un 28% de ellos estánde acuerdo, un 15%ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 15%totalmente en desacuerdo, y el 5% restante están totalmente de acuerdo. De forma que la mayoría de los entrevistados hacen referencia a que no existe seguridad para los vehículos.

9. **Cree usted que se debería implementar un sistema autónomo de parqueadero docente y administrativo en la PUCESE.** (151 respuestas)

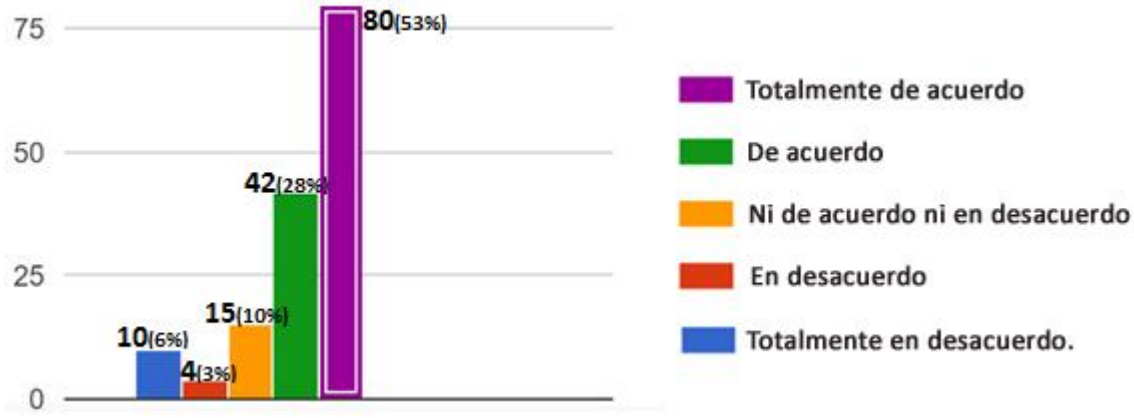


Gráfico 9: *Aceptación de la implementación de un sistema autónomo de parqueadero docente y administrativo en la PUCESE.*

Según lo obtenido de los entrevistados, sobre la infraestructura física del aparcamiento, el 53% de ellos están totalmente de acuerdo, un 28% de ellos están de acuerdo, un 10% ni de acuerdo ni en desacuerdo, un 6%totalmente en desacuerdo, y el 3% restanteestán en desacuerdo. Por lo que la mayoría de los entrevistados están de acuerdo que se implemente el sistema autónomo de parqueadero, de forma que se mejore la disponibilidad de puestos de parqueo y se optimice el sistema.

Dado los resultados obtenidos de los encuestados, es preciso implementar el sistema con el fin de mejorar el parqueadero actual, reducirá el congestionamiento de vehículos en las horas pico y permitirá a los docentes y administrativos contar con mayor cantidad de lugares de aparcamiento.

3.3.2. Análisis de la Entrevista

La entrevista (ver anexo 2) se realizó el 12 de febrero del 2016 y fue dirigida al Coordinador de Mantenimiento, el cual es el encargado de realizar la logística para las divisiones del parqueadero de la PUCESE según la directora del departamento de R.R.H.H.

Según lo comentado por el Coordinador de Mantenimiento, el parqueadero de la institución fue planificado para una población reducida, debido a las condiciones que existían en ese entonces en la ciudad de Esmeraldas, y que no se esperaba el aumento de tantas personas en la institución, y para solucionar estos problemas se han ido agregando ciertas señaléticas y hasta el uso de la cancha en la actualidad.

El coordinador mencionó que no existía ningún encargado para la zona de parqueadero en la institución, pero que se delegaba a un guardia en cada jornada para vigilar los vehículos en la sección de descarga de pasajeros y en ocasiones ayudar a parquear uno que otro vehículo, según comentó, en años anteriores surgieron inconvenientes como robo de partes y vehículos en sí.

Las divisiones actuales del sistema de parqueadero son directivos, administrativos, docentes y estudiantes, pero que en sí no se respetan las divisiones, pues según el orden de llegada los vehículos se parqueaban en las diferentes zonas libres, aún con la existencia de la señalética respectiva. Ligado a este mismo comentario hizo conocer que existía un diagrama en el que se especifican las divisiones y ubicaciones de cada uno de estos.

A criterio personal, el señor Coordinador menciona que la cancha no se podría convertir en una zona de parqueadero legal, pues es un área libre, además de que esta afecta a las clases impartidas en los bloques de clases que se encuentran alrededor de esta, debido a la entrada y salida de vehículos.

Existe la posibilidad de cambiar las divisiones del parqueadero para mejorar la estructuración de la misma, pero que para esto se debe llevar la correcta planificación para optimizar lo antes mencionado.

El Coordinador comentó que es importante el sistema de aparcamiento automático, además de que con este sistema no sería necesario delegar a una persona pues es una sede pequeña, y que el sistema es conveniente para este caso pues cumpliría la función de dejar ingresar o no a los vehículos autorizados.

El Sistema de Reconocimiento de Placa Vehicular al Ingreso de la Zona de Aparcamiento de Docentes y Administrativos en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas sería de gran ayuda, de forma que permitirá que los docentes

y administrativos no se parqueen en lugares en los que sus vehículos corran peligro, además esto permitirá una mayor disponibilidad de espacios de parqueo.

4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN:

A medida que la tecnología va a avanzando se van generando nuevas tecnologías para los diferentes ámbitos de la sociedad, y el control de acceso vehicular no se queda de lado, desde tarjetas RFID, controles mediante teclados programables (digitación de contraseñas), hasta reconocimiento de placas (ANPR).

Dada la creciente evolución en cuanto a población que presentan las ciudades en la actualidad, y la reducción del tiempo producido por el congestionamiento en las horas pico, es preciso el uso de un sistema automático, que agilite el proceso de ingreso de los vehículos a las zonas de parqueo, uno de estos sistemas son los ANPR.

La Tabla II muestra una comparación que permitirá identificar las ventajas y desventajas de los sistemas de reconocimiento automático de placas vehiculares (ANPR) frente a lostradicionales:

Aspecto	Automáticos	Tradicionales
Proceso de comparación	Si	Si
Velocidad de comparación	Alta	Baja
Posibilidad de robo	No	Si
Posibilidad de perdida	No	Si
Necesidad de secreto	No	Si
Comodidad del usuario.	Si	No
Vulnerabilidad ante el espionaje	No	Si
Vulnerabilidad a un ataque por fuerza bruta	No	Si
Medidas de prevención	Si	No
Tiempo de espera	Bajo	Alto
Posibilidad de indisponibilidad	Baja	Alta
Coste de implementación	Medio/Alto	Bajo
Coste de mantenimiento	Medio/Alto	Bajo

Tabla II: *Comparación de sistemas automáticos frente a tradicionales.*

Los aspectos definidos en la Tabla II referentes a los sistemas tradicionales están expuestos a perdidas, robos, acumulación de vehículos, debido al alto tiempo de espera producido por varios factores como la baja velocidad de comparación entre otros, donde cada uno de estos aspectos están ligados a las políticas de la empresa y el cuidado del usuario, mientras que los sistemas automáticos no sufren de este tipo de inconvenientes, pues el identificador está ligado directamente al vehículo (ANPR), realizando un escaneo y comparación rápidamente.

Por todas las razones antes indicadas, se determina que el mejor sistema de control vehicular que se podría implementar en el parqueadero de la PUCESE, es un sistema automático de reconocimiento de placa vehicular (ANPR).

SISTEMA PROPUESTO

Para la obtención de los resultados requeridos mediante el procesamiento de una imagen, un sistema ANPR debe seguir seis etapas definidos en la visión por computadora:

- **Captación:** Es el proceso seguido para obtener una imagen visual.
- **Pre-procesamiento:** Utilizado para mejorar la calidad de la imagen, de manera que incremente las probabilidades de que otros procesos cumplan con su objetivo.
- **Segmentación:** Realiza la división de la imagen en partes de interés para otros procesos.
- **Descripción:** Trata con las propiedades y características extraídas de la imagen que contengan la información requerida para el objetivo básico del proceso como la diferenciación de una clase de objeto de otra.
- **Reconocimiento:** Identifica los objetos según la descripción obtenida y proporciona una etiqueta.
- **Interpretación:** Analiza y asocia los objetos reconocidos con un significado valido que de resultado al objetivo del procesamiento de las imágenes captadas.

4.1. Captación

Para la adquisición de la imagen a procesar del vehículo se requiere de una cámara de video que capture las imágenes en tiempo real, que permitan convertir las ondas de luz en señales eléctricas, al formato de video predeterminado, se debe tener en cuenta la utilización de iluminación que permita mejorar la imagen obtenida por la cámara. Esto dependerá estrictamente de las condiciones de la cámara que se utilizará. Para la propuesta del presente trabajo se sugiere emplear cámaras IP.

Según Vázquez, Nakano, y Pérez-Meana (2002), para la obtención de la imagen de la placa del vehículo, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: la iluminación de la placa, la distancia entre el vehículo y la cámara, condiciones climatológicas.

4.1.1. Cámaras IP:

Las cámaras es la parte del hardware que se encarga de adquirir la imagen del vehículo y transformarla en un código binario que pueda ser interpretado por la computadora.

Existen diferentes tipos de cámaras, para el presente sistema, se requiere de una cámara IP, pues estas cuentan con protocolos IPv4 o FTP (*File Transfer Protocolo*), según las características del fabricante y el modelo, que permiten facilitar el envío de la imagen al computador, por ello es la mejor opción para realizar la conexión y envío de la imagen a la computadora, además de que la PUCESE cuenta con un sistema de cableado estructurado que permitirá la fácil integración de esta y del sistema.

Por las particularidades de la propuesta se requerirá de una cámara IP para exteriores con una resolución de 1mpx en adelante, según MercadoLibre (s.f.), estas se encuentran entre $249,99 y $60,00, ligadas a las características y el fabricante. Una cámara IP que podría ser utilizada es la HOSAFE-1MB1G cuyo costo en MercadoLibre (s.f.) es de $60,00, la figura 1 muestra una imagen de la misma.



Figura 1:*Cámara HOSAFE-1MB1G*

Fuente:*(HOSAFE, s.f.)*

Según HOSAFE (s.f.) la cámara de la figura 1, cuenta con las siguientes características:

- Impermeable
- 1.0 Megapíxeles (1280 x720 25fps)
- Lente de 3.6mm megapíxeles.
- Color verdadero
- 24 leds para visión nocturna de entre 15 y 20 metros.
- Visión remota / tomar fotos / grabar por teléfono / Tablet PC.
- Aplicaciones gratis desde APPStore o Google play.
- Reducción de ruido: 3D
- Alerta de detección de movimiento (alerta por correo electrónico)
- Protocolo IPv4, http, https, SSL, TCP / IP, UDP, UPnP, ICMP, IGMP, SNMP, RTSP, RTP, SMTP, NTP, DHCP, DNS, PPPoE, DDNS, FTP.

Las características de esta cámara permitirán su uso en ambientes externos, una conexión vía IP, mediante diferentes tipos de protocolos, uno de ellos es el FTP, el cual es un protocolo usado para la trasferencia de archivos a una computadora mediante el uso de una red (Indiana University, 2014).

4.2. Pre-procesamiento

Esta etapa tiene como fin eliminar de la imagen cualquier tipo de ruido o imperfección, así como la reducción de tamaño, entre otras, que produzcan la reducción de la calidad de la imagen y dificulte la obtención de los resultados. Debido a que la cámara propuesta (figura 1) cuenta con la reducción de ruido, no será necesario la implementación de un algoritmo de este tipo, pero en caso de usar una cámara distinta a la recomendad, según Álvarez Durán (2014), se podrían aplicar diferentes algoritmos:

- **Erosión o expansión:** se utiliza para la reducción o eliminación de grupos pequeños de píxeles.
- **Umbralizado de histograma:**se utiliza para seleccionar o en el presente caso, eliminar los elementos (objetos) más brillantes u oscuros de la imagen.

Aunque no se necesite la eliminación del ruido, es preciso ejecutar una binarización, que consiste en la transformación de una imagen de colores o escala de grises, en una imagen de blanco y negro con el fin de mejorar los resultados de las etapas siguientes del proceso de reconocimiento de la placada vehicular.

4.3. Segmentación

Para la división de la imagen existen diversos algoritmos, como los de localización, que se encargan de generar una nueva imagen mediante la detección y extracción de la sección de interés existente en la imagen original.

4.3.1. Algoritmos de localización

Los algoritmos de localización de la placa, se encargan de detectar la región de la imagen en que se ubica la placa del vehículo, este es uno de los principales pasos para un sistema APNR, A continuación, se narran tres técnicas fundadas en diferentes orientaciones, cultivando diferentes características de la placa:

El algoritmo por localización basada en la búsqueda de bordes, se basan en la propiedad de alto contraste de la placa, debido a la presencia de las letras con un fondo claro, para

la obtención de esta propiedad, en caso de no haber realizado la binarización de la imagen, se utiliza el filtro FIR (en inglés *Finite Impulse Response*), que responde a una señal de impulso de entrada, que tendrá un número finito de términos no nulos, en resumen, permite resaltar las zonas de alto contraste en una imagen, convirtiéndola a blanco y negro. Posteriormente a la aplicación del filtro el algoritmo identifica patrones secuenciales en filas y columnas para detectar los bordes superiores e inferiores, y los bordes izquierdos y derechos respectivamente.

Localización basada en Gradientes, es un método que utiliza el mismo sistema de alto contraste, en este caso se analiza los picos en el gradiente según las secciones o caracteres oscuros sobre fondos claros, siguiendo un patrón definido.

Localización basada en Morfología matemática, o también conocido como detección de patrones geométricos, se encarga de realizar un escaneo de una imagen, intentado encontrar una figura geométrica, en el caso de detección de placas vehiculares, intentaría detectar la figura rectangular de la placa del vehículo, este proceso también puede ser utilizado para la detección de bordes y análisis de texturas. Este método puede ser aplicado en imágenes binarias o en escala de grises debido a que toma a los caracteres como objetos oscuros y de pequeño grosor sobre los fondos opuestos.

Para el sistema actual se podrían utilizar cualquiera de las técnicas antes mencionadas, pero se recomienda la detección de bordes, pues se detectaría los bordes de la placa, mientras que las demás podrían verse afectadas en la posible existencia de figuras o imágenes en el vehículo. En la figura 2 se muestra el punto en el que se debería encontrar la placa luego haber pasado por los procesos antes mencionados.



Figura 2: *Placa segmentada.*

Fuente:*(Ocampo Carrión, 2011)*

4.4. Descripción

En esta etapa se extraen las características requeridas de la imagen utilizando técnicas que permitan borrar diferentes componentes, bordes o contornos que no sean parte de la imagen, conservando la proporción original, evitando que se deforme.

Esto se puede lograr mediante un barrido paralelo, que se encarga de seleccionar los pixeles borrables, para suprimirlos una vez detectados. Luego de esto se deberá ejecutar una segmentación por símbolos, donde el algoritmo detectará el símbolo y lo separará de los demás. Las ejecuciones de este proceso permitirán obtener una imagen con los contornos de los caracteres claramente replantados, haciendo posible la clasificación y reconocimiento. En la figura 3 se pueden ver los resultados obtenidos por la aplicación de eliminación de los bordes, en comparación a el estado anterior mostrado (figura 2).



Figura 3:*Placa sin bordes.*
Fuente:*(Ocampo Carrión, 2011)*

Como se mencionó anteriormente, se requiere realizar una segmentación por símbolos, existen diferentes procedimientos para realizar la extracción de caracteres, pero se propone la proyección horizontal, ya que según Campos Albuixech (2014), es sencillo, facil de implementar y se devuelve buenos resultados. La figura 4 muestra como funciona este procedimiento.

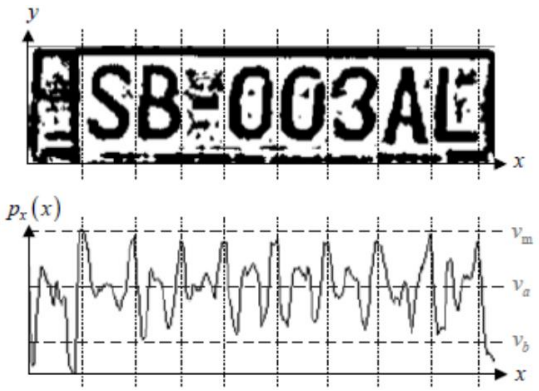


Figura 4: *Matricula umbralizada (arriba) y su proyección horizontal (abajo).*

Fuente:*(Campos Albuixech, 2014)*

Para realizar el proceso de proyección horizontal, primero se debe umbralizar la matrícula (también sirve para matrículas binarizadas, pero el proceso se ejecutaría, al contrario), luego se saca la proyección horizontal como se muestra e la figura 4. En este proceso, los caracteres son los mínimos, mientras que los máximos son por donde se debe cortar.En el caso expresado en la figura 4, la matrícula no ha sido tratada previamente para la eliminación de los bores, en nuestro caso, no se requerirán tomar este tipo de medidas, pues ya debería haber sido ejecutadas en los procesos anteriores, obteniendo los resultados mostrados en la figura 5.



Figura 5: *Placa segmentada por símbolos*

Fuente:*(Ocampo Carrión, 2011)*

4.5. Reconocimiento

El reconocimiento se puede realizar de diversas formas, pero debido a las particularidades del entorno de la PUCESE se ha propuesto el uso de los OCR.

4.5.1. Reconocimiento Óptico de Caracteres

Esta técnica es usada para la obtención de los caracteres de la placa, no solo permitirá identificar la ubicación de esta, si no que permitirá reconocerla, obteniendo los símbolos que la componen.(Tasiguano Pozo, 2011)

El reconocimiento óptico de caracteres trata de simular la capacidad del ser humano en identificar objetos. Es un proceso en el que se convierte el contenido textual de una imagen digital de tal manera que estos sean compresibles para un dispositivo informático, devolviendo como resultado final un texto plano editable.

Este sistema examina la imagen pixel por pixel, tratando de identificar formas que coincidan con los patrones o rasgos de los caracteres. Dependiendo del algoritmo del software, este buscará las concordancias con caracteres y fuentes del programa, tratando de identificar los caracteres por medio de un análisis de las características de los mismos, ampliando las posibilidades según el número determinado de fuentes.

Los OCR puede utilizar diversos métodos para el reconocimiento de los caracteres, pero a continuación se expresarán los más importantes.

4.5.2. Métodos de reconocimiento

Para la elección de un método de reconocimiento se deberán tomar en cuenta las condiciones de la placa como el método o medio utilizado para captar la imagen, las condiciones climatológicas en que se realiza la captura de la imagen, los pre procesamientos, segmentaciones y descripciones aplicadas, entre otras opciones:

- **Redes Neuronales:** Para el uso de las redes neuronales se debe aplicar la segmentación de símbolos, debido a que estas se las usa generalmente para aprender las diversas opciones o formas que podría tener un símbolo u objeto, de manera que, según el método de aprendizaje implementado, se vayan agrupando los resultandos en conjuntos de posibles opciones, una vez la red haya aprendido, esta será capaz de identificar un objeto, asignándolo a un grupo. Por lo general el entrenamiento de redes neuronales es de alta complejidad.
- ***MatrixMaching* (Comparación de plantillas):** es un sistema usado para reconocer el carácter o el alfabeto mediante la comparación de dos imágenes, es

decir, comparando la imagen obtenida con una existente en la base de datos, en este proceso, según Álvarez Durán (2014), se tiene que encontrar la ubicación de una imagen, en un conjunto de puntos correspondiente.

Para el correcto funcionamiento del sistema propuesto, se utilizará el MatrixMaching ya que se deberán agregar un conjunto de posibles soluciones para cada símbolo y letras definidas del alfabeto, pero antes de que sea implementado el sistema, se deberá ejecutar un algoritmo de segmentación por símbolos, el cual cumple con las mismas funciones que el elegido anteriormente, pero en esta ocasión se generaran varias imágenes, correspondientes a cada uno de los caracteres con los que cuente plac.

Para continuar con el algoritmo Matrixmaching, se deben tener en cuenta las siguientes características según Gutierrez, Frydson yVintimilla (s.f.):

- Minio 5 muestras para cada carácter.
- Para los caracteres más frecuentes se deben tener por lo menos 20 muestras.
- Los datos deberían ser agrupados por tipo de letra.
- No es necesario crear muchas muestras, con 10 son suficientes.

Para realizar el reconocimiento, este método ejecuta los siguientes pasos:

- Se selecciona un carácter de la cadena de texto detectada (es decir el primer carácter de la placa, este proceso se repite por cada carácter).
- La imagen del carácter seleccionado se reajusta al tamaño del de la plantilla actual (es conveniente que las plantillas tengan el mismo tamaño para que no se realice el re-ajustamiento en cada comparación).
- Luego, la mayor coincidencia encontrada se almacena.
- El índice de la mejor correspondencia se guarda como carácter examinado y reconocido.

4.6. Interpretación

Una vez reconocida la placa, en caso de ser admitida, se ejecuta la orden de permitir el acceso al vehículo, esto se genera realizando el levantamiento del brazo mecánico.

4.7. Hardware

Según Marc Grob (2016),director del departamento de Tecnología de la Información y la Comunicación, la institución cuenta con la infraestructura tecnológica necesaria para el desarrollo del sistema propuesto, sin embargo, existen dispositivos especiales con los que no se cuenta y que deben ser adquiridos, a parte de la cámara que se describió anteriormente. Estos dispositivos se describen a continuación:

4.7.1. Brazo mecánico

Si muy bien el brazo mecánico puede ser construido, estos también se pueden encontrar en el mercado a diferentes precios según las características y el fabricante. En MercadoLibre (s.f) se pueden encontrar a diferentes precios, desde $980 hasta $1600, la figura 6 muestra una imagen de un brazo mecánico para el sistema propuesto.



Figura 6:*Barrera vehicular marca Motorline*

Fuente:*(Mercadolibre, s.f.)*

El brazo mecánico que se muestra en la figura 6tiene un precio alrededor de $980 en Mercadolibre Ecuador, cuenta con un motor marca Motorline, un soporte para un brazo de hasta 6 metros y permite un uso intensivo, de forma que puede ser implementado a los requerimientos de la PUCESE.

4.7.2. Arduino

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto, basado en hardware y software fácil de usar, misma que se encuentra compuesta por: las placas Arduino que son capaces de leer entradas de diversos sensores y convertirlas en salidas para ejecutar las acciones deseadas por el ser humano; y además del lenguaje de programación Arduino, el cual está orientado a objeto y es similar a C++.(Arduino, 2016)

Existen diversos modulos Arduino, pero debido a la baja complejidad del requerimiento del sistema por parte de este, se sugiere el uso del Arduino Unoque se lo puede encontrar en el mercado como Genuino Uno como se muestra en la figura 7, que se utilizará para recibir la señal de parte del software de reconocimiento para ejecutar una acción simple, como es abrir el brazo mecánico.



Figura 7:*Android Uno & Genuino Uno*

Fuente:*(Arduino, 2016)*

4.8. Software

Anteriormente se describieron cada una de las etapas necesarias para el procesamiento de la imagen, así como el hardware necesario para el sistema, proponiendo algoritmos de gran eficiencia según las condiciones de la PUCESE, pero es necesario contar con lenguajes de programación y programas que permitan el análisis de matrices, y a su vez

cuenten con algoritmos integrados para el tratamiento de imágenes, por ello se proponen los siguientes programas:

4.8.1. Matlab (Comercial)

Matlab es una herramienta de software que cuenta con un entorno de desarrollo de cálculo técnico, permitiendo la obtención de cálculos numéricos y visualización de alta precisión, su principal función es el tratamiento de matrices. Esta herramienta cuenta con una gran cantidad de algoritmos, entre ellos los mencionados anteriormente, además de tener compatibilidad con diferentes lenguajes de programación como: C/C++, Java, .NET, Python, SQL, Hadoop, y Microsoft Excel. (Mathworks, 2016)

Según Montbrun (1997), Matlab cuenta con un toolbox denominado ImageProcessingToolbox, el mismo que incorpora un conjunto de funciones para el procesamiento de imágenes, utilizadas para:

- Diseño de filtros.
- Mejora y retocado de imágenes.
- Análisis y estadística de imágenes.
- Operaciones morfológicas, geométricas y de color.
- Transformaciones 2D.

Según Mathworks (2016), el precio de la versión estándar de Matlab es de $2.650, por lo que no se recomienda para el sistema de reconocimiento de placa vehicular, debido a que incrementaría considerablemente el costo del mismo.

4.8.2. Scilab (Libre)

Es un software libre de código abierto para el cálculo numérico y operaciones con matrices, con un lenguaje propio, y proporciona un entorno de computación de gran alcance para aplicaciones científicas y de ingeniería.

Scilab permite realizar todo tipo de operaciones con matrices y procesamiento de imágenes, obteniendo resultados funcionales, para ello se requiere el uso de un toolboxs como Scilab ImageProcessingtoolbx (SIP) o Scilab Image and Video Processingtoolbox (SIVP), cada una de estas cuentan con sus propias funciones y se complementan entre sí. (Yu, Wu, Shang, & Etienne, 2015)

Al tener compatibilidad con GNUGeneral PublicLicense (Licencia Pública General de GNU), Scilab es un software gratis de código abierto con todas sus bibliotecas gratis y licencias aceptadas y reconocidas por la comunidad de software libre (en inglés, Free and open-source software oFLOSS), siendo el software de cálculo numérico recomendado para el sistema de reconocimiento de placa vehicular.

4.8.3. Visual Studio .Net (Comercial)

Visual Studio .Net es un conjunto de herramientas para el desarrollo de software como aplicaciones Web ASP, servicios Web XML, aplicaciones móviles y de escritorio. Contiene lenguajes como Visual Basic .Net, Visual C++ .Net, Visual C# .Net y Visual J#. (Microsoft, 2016) , Por lo que es una herramienta apta para desarrollar la interfaz del sistema propuesto, además de ser compatible con los softwares de procesamiento de imágenes mencionados anteriormente.

Esta sería la herramienta recomendad para el desarrollo del sistema, debido que según el departamento de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC, 2016) de la PUCESE, cuentan con las licencias de Visual Studio 2012, y además según Scilab Enterprises (2015), cuenta con sopporte y compatibilidad con Scilab.

4.8.4. Java (Libre)

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos (POO) libre, siendo un lenguaje, este cuenta con su propia estructura, paradigma de programación (basado en POO) y reglas de sintaxis. Es un lenguaje derivado de C, por lo que su sintaxis es muy parecida a este. También podemos definir a Java como una tecnología, puesto que además de tener su propio lenguaje, esta cuenta con su propia plataforma, convirtiéndose en un lenguaje de desarrollo de aplicaciones para un amplio alcance de entornos, desde dispositivos del consumidor final hasta sistemas empresariales. (Steven Perry, 2012)

Scilab ofrece una interfaz de programación de aplicaciones (API) Java, pudiendo llamar el motor de Scilab a través de una aplicación Java. Esto se puede lograr gracias a

Javasci que sigue las convenciones de Java para utilizar las funciones del motor de Scilab desde una biblioteca o una aplicación Java. (Scilab, 2014)

4.9. Estructura del parqueadero

Para la correcta implementación del sistema, se requiere de una reestructuración del parqueadero, pues en la estructura actual (Ver Figura 8), el área de parqueo de administrativos y docentes es muy reducida, y no abastece a los requerimientos de estos, se necesita un desplazamiento de la zona disponible para los estudiantes hacia las zonas de parqueadero que se encuentran sin especificar, de forma que quede una zona más amplia para la población en cuestión, tratando de no perjudicar a las demás áreas definidas, tal como se muestra en la figura 9, donde la zona de estudiantes fue trasladada a las zonas de parqueadero sin especificar.

Donde:

- Directivos (ver anexo 3).
- Docentes y Administrativos (ver anexo 4).
- Alumnos (ver anexo 5).
- Motos (ver anexo 6).
- Parqueadero sin especificar (ver anexo 7).
- Entrada – Cancha. (ver anexo 8).
- Brazo de sistema ANPR. (ver anexo 9).
- Cámara IP (ver anexo 10).

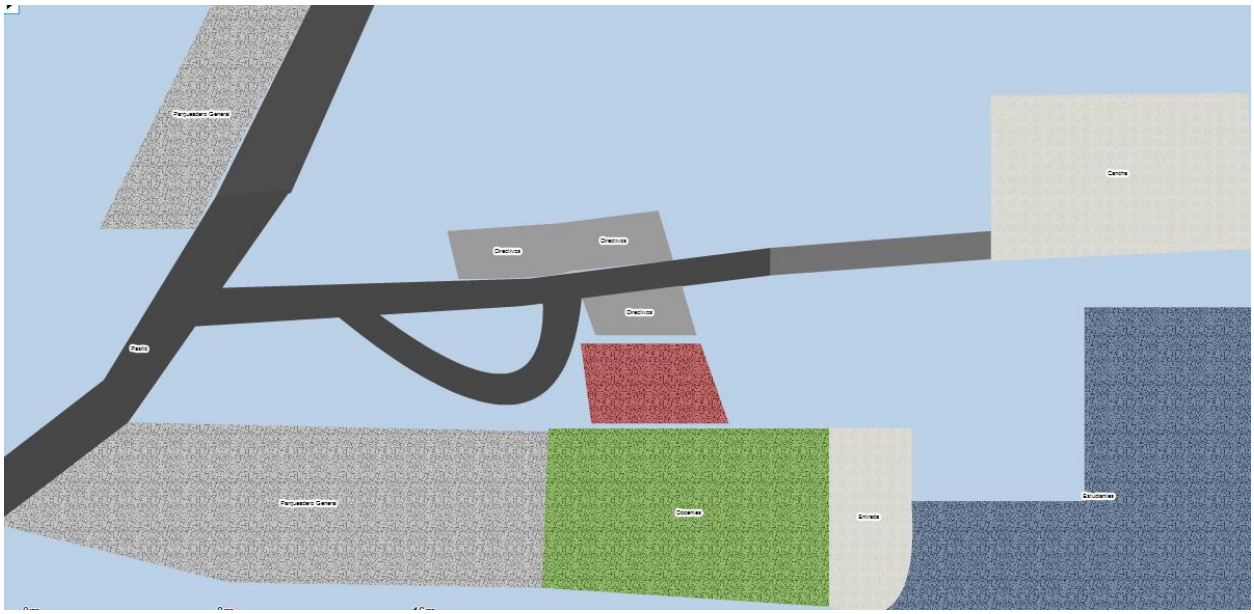


Figura 8: *Estructura actual del parqueadero.*

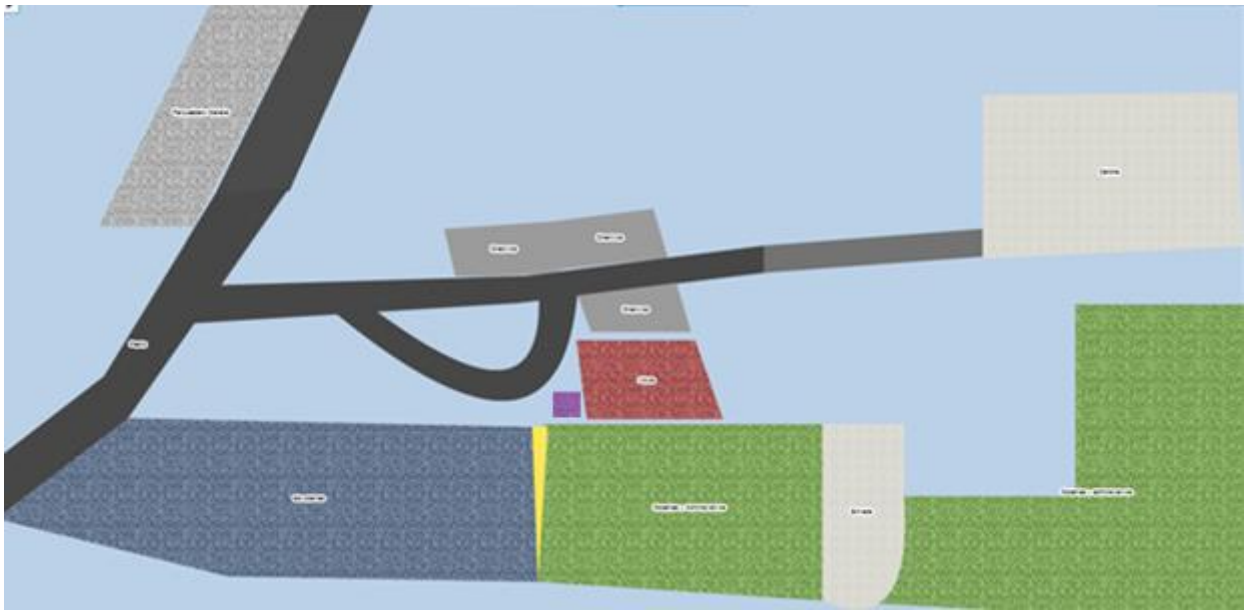


Figura 9: *Estructura propuesta.*

4.10. Diagrama de flujo de datos del sistema.

El sistema está dirigido a un ambiente específico, por ello es importante crear un Diagrama de Flujo de Datos (DFD), estos permiten representar gráficamente un sistema,

ilustrando como fluyen los datos a través de los distintos procesos. (Deparamento de Siencias de la Computación e I.A., s.f.)

En el sistema actual, se elaboró un diagrama de contexto que se muestra en la figura 10, que representa el sistema completo a través de un único proceso, con los terminales y flujos de datos que conectan el sistema. En la figura 11 se muestran los principales elementos de un DFD. (Deparamento de Siencias de la Computación e I.A., s.f.)

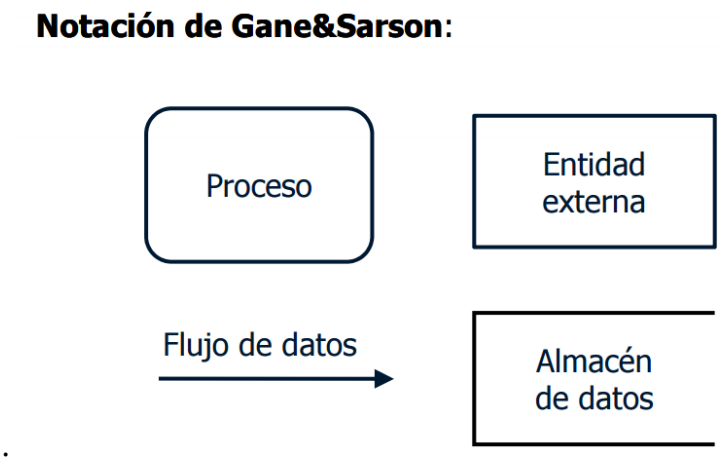


Figura 10: *Elementos del DFD's.*

Fuente:*(Deparamento de Siencias de la Computación e I.A., s.f.)*

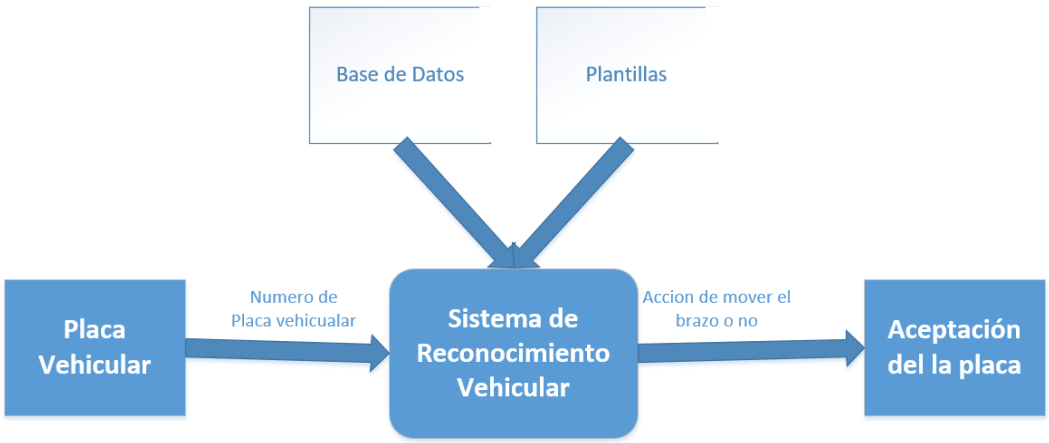


Figura 11: *DFD del Sistema*

Fuente: *Propio del autor.*

El sistema cuenta con una única entrada que es la placa del vehículo que solicita el ingreso, una vez se ha realizado el escaneo, se envía el número de la placa del vehículo como una imagen para que el sistema de reconocimiento de placas vehicular se encargue de realizar dicho procesamiento.

4.11. Modelo y Notación de procesos de Negocio.

Según Business ProcessModel and Notation, BPMN es un modelo y notación que brinda a las empresas la capacidad de compresión de sus procedimientos internos de negocio, en una notación gráfica y dan a la organización la capacidad de comunicar estos procedimientos de forma estándar.

Ruiz (s.f.) definió los elementos centrales de un diagrama BPMN como se muestra en la figura 12, mientras que en la figura 13, se muestra el diagrama BPMN referente al sistema ANPR.

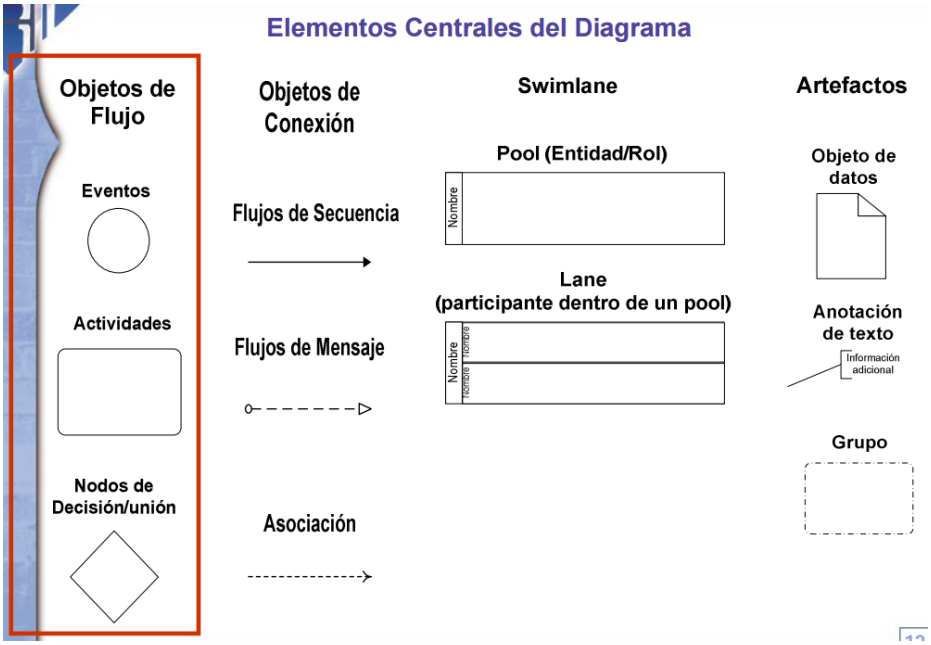


Figura 12: *Elementos centrales del diagrama BPMN*

Fuente:*(Ruiz, s.f.)*

Donde:

- **Eventos:** es algo que ocurre durante el recorrido de un proceso de negocio. Afectan al flujo del proceso y tienen una causa o impacto.
- **Actividades:** es un término usado para representar la labor que ejecuta una compañía, esta puede ser atómica o compuesta.
- **Nodos:** son entradas usadas para manejar la divergencia y convergencia del flujo de secuencia.

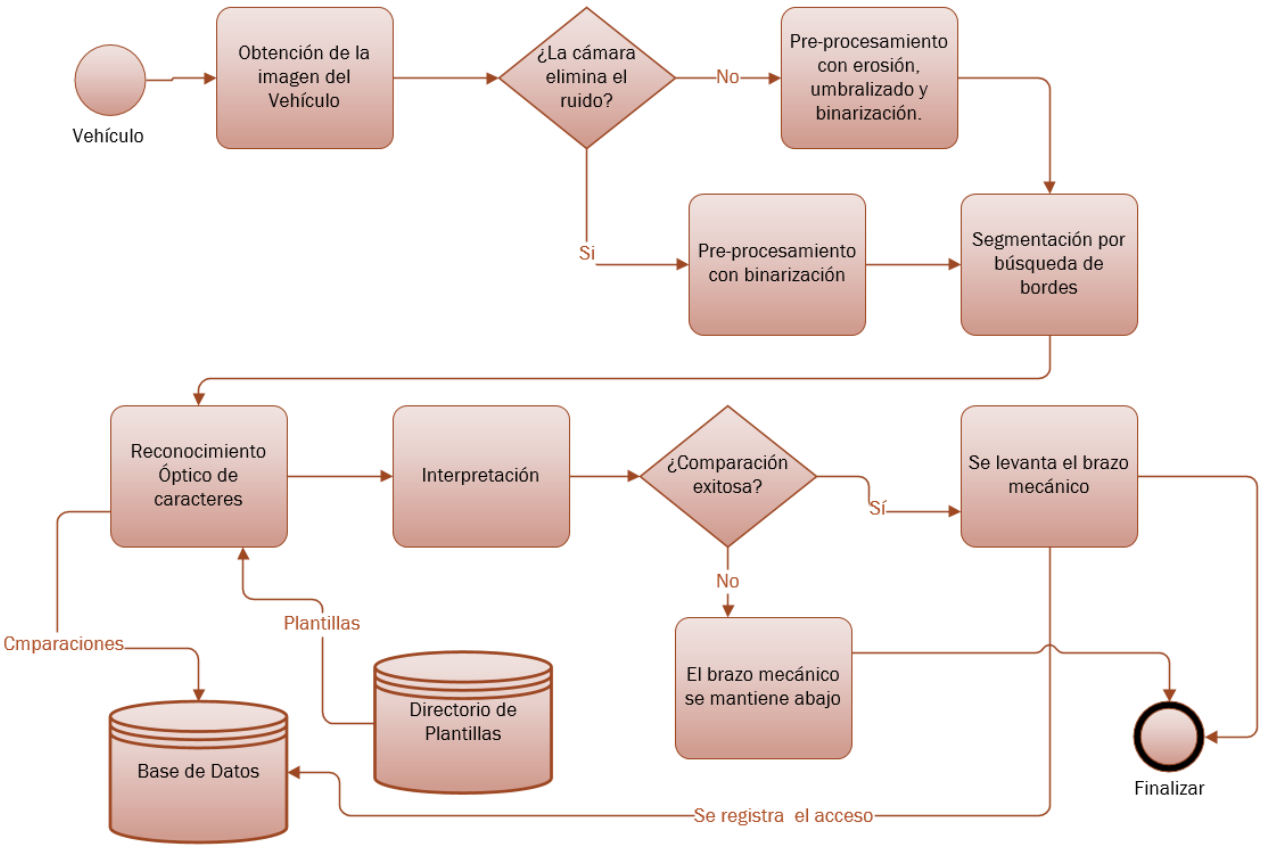


Figura 13: *Diagrama BPMN*

La Figura 13, muestra el proceso que realiza el sistema, desde la llegada del vehículo hasta que se le permite el acceso o no a este, este proceso está ligado a las etapas vistas anteriormente, por lo que sería redundante volver explicar el proceso, pues en los temas tratados anteriormente se explica cada uno de estos.

Cabe destacar que, en la etapa de Reconocimiento, se realiza la conexión a un directorio en el que se encuentran almacenadas las plantillas, lasmismas que están definidas para cada uno de los caracteres, para poder realizar las comparaciones con las placas de los vehículos registradas en la base de datos, las plantillas son procesadas en esta etapa, de forma que se obtenga los bits de cada una, en caso de que la comparación sea exitosa, se registra la entrada del vehículo.

4.12. Funcionamiento del Sistema

En el diagrama que se muestra a continuación (Figura 14), se representa todo el sistema de reconocimiento automático de placa vehicular en el área de acceso.

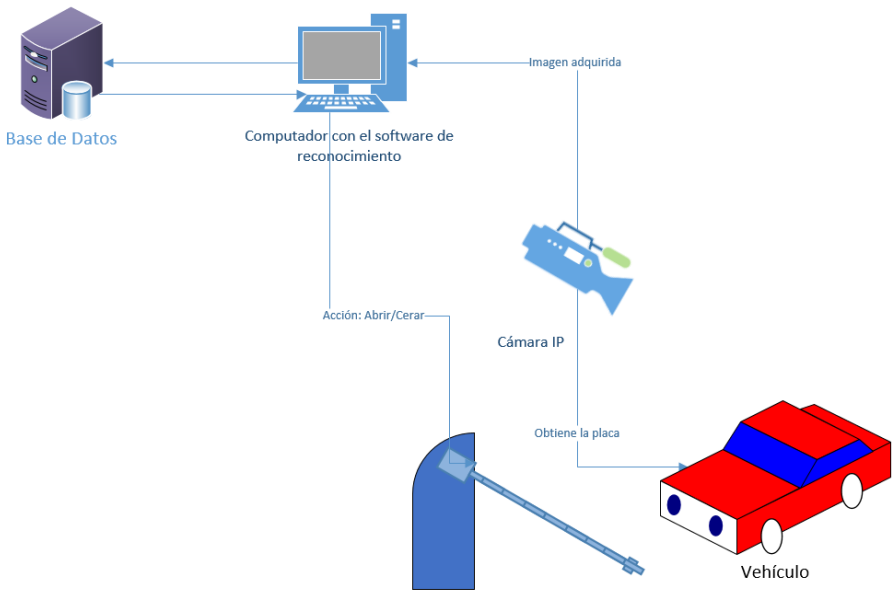


Figura 14: *Diagrama de red del sistema de acceso vehicular.*

El sistema funciona de la siguiente manera:

- Al llegar un vehículo a la zona de acceso, la cámara tomará una foto del mismo, pues esta cuenta con un sensor de movimiento. La imagen es transmitida mediante protocolo IP a la computadora.
- La computadora, que cuenta con el software de reconocimiento automático de placas vehiculares, se encarga de pre-procesar la imagen y realizar los ajustes necesarios para realizar las comparaciones.
- Una vez realizado los ajustes previos, el sistema extrae de la base de datos la información de las plantillas previamente ingresadas de los caracteres para las comparaciones respectivas.
- Una vez realizada las comparaciones respectivas y se ha obtenido el número (en Texto Plano) de placa del vehículo en cuestión, se realiza una última comparación, para verificar si dicha placa tiene el acceso permitido.

- La computadora envía la señal al brazo mecánico de si debería subir o mantenerse abajo. En caso de que sea permitido el acceso o no a la zona de parqueo, la computadora se conectará una vez más con la base de datos para registrar el ingreso o no del vehículo.

4.13. Casos de uso

Los casos de uso son diagramas en los que se definen los pasos necesarios para que un actor principal logre un objetivo. Al ser un sistema automático, este no contará con más usuarios que el responsable del sistema, que ejecutará una serie de funciones sobre el sistema para obtener los resultados requeridos, en la figura 15 se encuentra el caso de uso referente a este usuario.

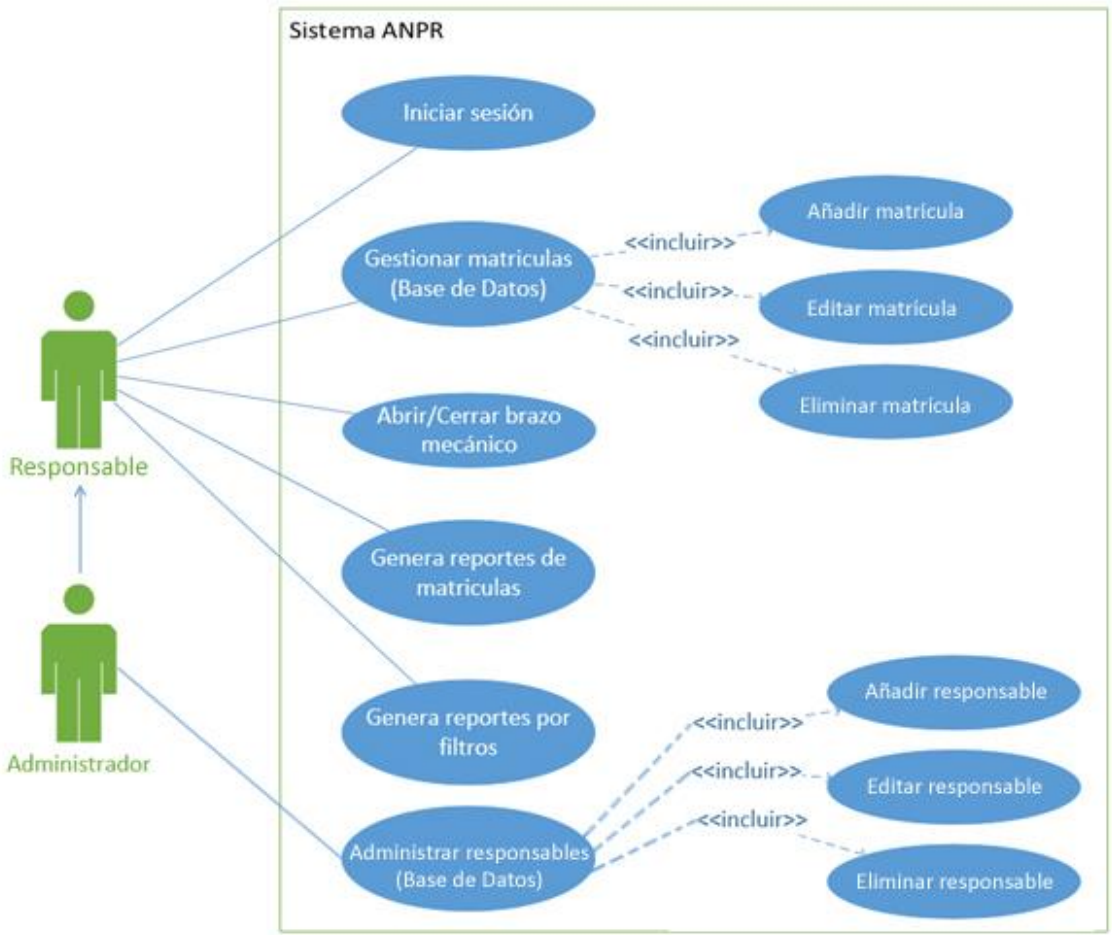


Figura 15: *Caso de uso Responsable*

- **Iniciar sesión:** el usuario deberá iniciar sesión para poder realizar las operaciones especificadas.
- **Gestionar matriculas:** el responsable podrá realizar modificaciones de la base de datos desde la aplicación, permitiéndole añadir nuevas matrículas, editar o eliminar las existentes.
- **Abrir/Cerrar brazo mecánico:** el usuario podrá abrir el brazo mecánico desde la aplicación, en caso de que se requiera el ingreso de un vehículo que no esté en la base de datos.
- **Genera reportes de matrículas:** se podrán generar listados de las matriculas existentes en la base de datos.
- **Genera reportes por filtros:** el responsable podrá extraer información referente a el filtro que desee aplicar según los requerido, por ejemplo, todos los ingresos de vehículos en un día, o el seguimiento de un vehículo, es decir los ingresos al parqueadero en un tiempo determinado.
- **Administrar responsables:** le permitirá al administrador del sistema gestionar los responsables del sistema, por ejemplo: agregarlos, editarlos o eliminarlos.

4.14. Estimación del costo

Para la estimación del costo del software se utilizó el Modelo Constructivo de Costes o COCOMO (ConstructiveCostModel), mismo que según Dolado Cosín (2004) "es una jerarquía de modelos de estimación de costes software que incluye submodelos *básico*, *intermedio* y *detallado*.", mismos que se dividen en tres modos de trabajo, Orgánico, Semiencajado y Empotrado, contando con valores según el submodelo y modo de trabajo descritos en la Tabla III (el valor de c_i es una constante igual a 2,5):

	Básico		Intermedio	
Método	a_i	b_i	a_i	b_i
Orgánico	2.4	1.05	3.2	1.05
Semiencajado	3.0	1.12	3.0	1.12
Empotrado	3.6	1.2	2.8	1.2

Tabla III: *Coeficientes del modelo COCOMO*

Fuente: *(Dolado Cosín, 2004)*

Para la estimación del costo se utilizará el modelo básico, y el método orgánico, pues las líneas de código no sobrepasan las 50 KLDC (50000 líneas de código). Se realizó una estimación de 3000 líneas de código para el procesamiento de imágenes, y 1000 líneas de código para el desarrollo del sistema de control del procesamiento de imágenes e interfaz, dando un total de 4 KLDC (4000 líneas de código). Además, se define una cantidad de 4 meses como base máxima para la elaboración de software.

Según Dolado cosí (2004), para realizar la estimación con COCMO Básico se deben aplicar las siguientes formulas:

- E = esfuerzo de desarrollo.
- S = el número de miles de líneas de código fuente o KLDC.
- m(X) = es un multiplicador que depende de 15 atributos (en el básico no se usa, por ende, el valor estándar es 1).
- K_m= son las personas por mes.
- P = personal promedio para ejecutar el proyecto.
- t_d = tiempo de desarrollo en meses.
- C = costo total.

$$E = a_i * S^{b_i} * m(x)$$

$$E = 2{,}4 * \ 4^{1{,}05} * 1$$

$$\boxed{\boldsymbol{E = 10{,}3}}$$

$$K_m = 2{,}4 * S^{1{,}05}$$

$$K_m = 2{,}4 * 4^{1{,}05}$$

$$\boxed{\boldsymbol{K_m = 10{,}3}}$$

$$t_d = c_i * {K_m}^{0{,}38}$$

$$t_d = 2{,}5 * 10{,}3^{0{,}38}$$

$$\boxed{\boldsymbol{t_d = 6{,}1\ meses}}$$

$$P = \frac{K_m}{t_d}$$

$$P = \frac{10{,}3}{6{,}1}$$

$$\boxed{\boldsymbol{P = 1{,}7 = 2}}$$

Añadiendo la restricción de una duración de 4 meses, la cantidad de personas requeridas para el desarrollo del software sería:

$$P = \frac{K_m}{t_d}$$

$$P = \frac{10{,}3}{4}$$

$$\boxed{\boldsymbol{P = 2{,}6 = 3}}$$

$$C = P * Coste\ promedio\ de\ los\ miembros\ del\ equipo\ de\ desarrollo * t_d$$

$$C = 3 * \$400 * 4$$

$$\boxed{\boldsymbol{C = \$4800}}$$

Como resultado de la estimación del modelo COCOMO, se obtiene que el costo del proyecto sería $4800 con un equipo de desarrollo conformado por 3personas y una duración de 4 meses. Debido a que el software será desarrollado por el departamento de TIC de la PUCESE, el costo del mismo será de 0 dólares, y el jefe del departamento estimará el tiempo de desarrollo, y la cantidad de personas que se encargarán de la elaboración del mismo.

4.15. Diseño conceptual de la base de datos

El diseño conceptual de la base de datos es la primera fase en el proceso de modelamiento de base de datos, en el que se representan las actividades de la base de datos según los requerimientos, incluyendo las entidades, atributos, claves primarias y secundarias, tipos de datos cordialidades (relaciones), entre otros aspectos, con el fin de evitar las redundancias y garantizando la integridad de los datos.En la figura 16 se muestra el diseño lógico propuesto:

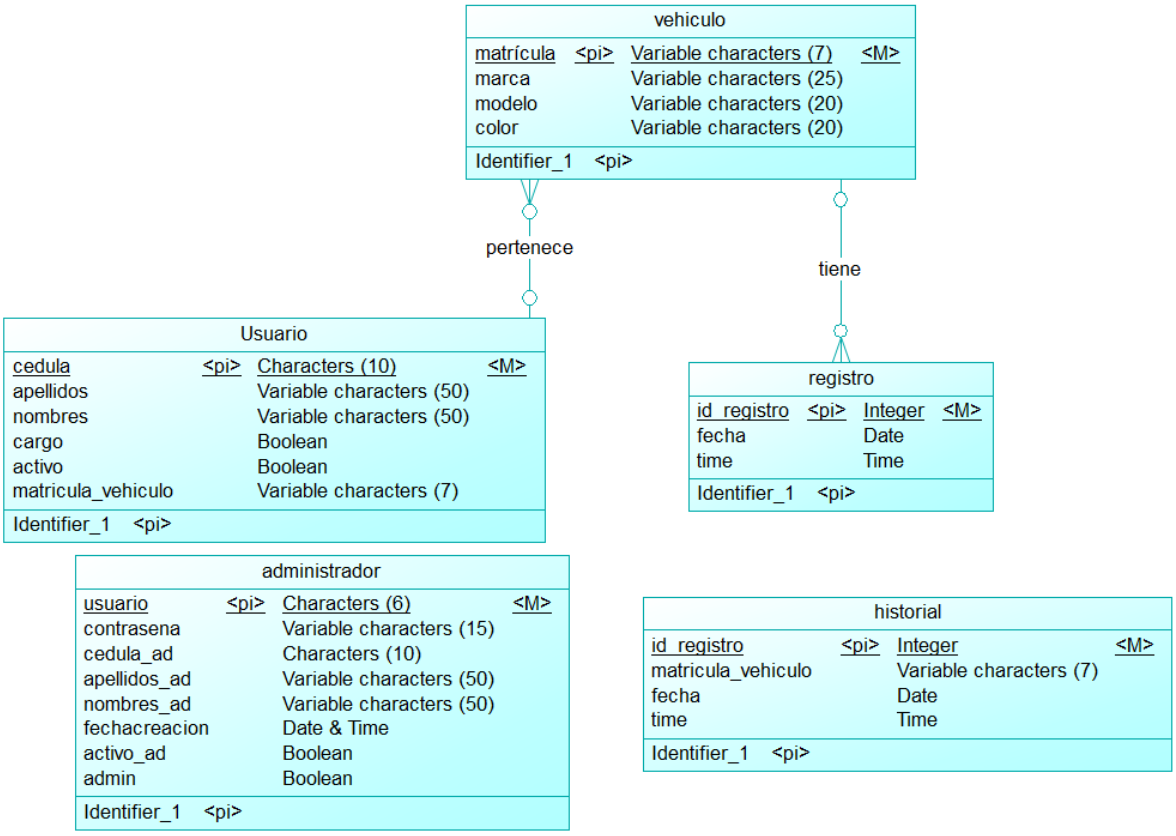


Figura 16: *Diseño conceptual del sistema propuesto.*

Cabe resaltar que, en el diseño de base de datos propuesto, no se integró una entidad para las plantillas de las que se van a realizar las comparaciones en el sistema ANPR, pues se determinó que sería más conveniente almacenar las imágenes de dichas plantillas en un formato desea (como jpg, png, etc.), de forma que al realizar las comparaciones se usen directamente las plantillas de las imágenes y no los valores de los bits pertenecientes a estas.

4.16. Diseño lógico de la base de datos

El diseño lógico de base de datos es la segunda fase del modelamiento, en el que según Departamento de Ciencias de la Computación e I.A (s.f.)se transforman los esquemas del diseño conceptual, en un conjunto de estructuras propias del modelo elegido. En la figura 17 se muestra el diseño lógico de la base de datos para el sistema propuesto:

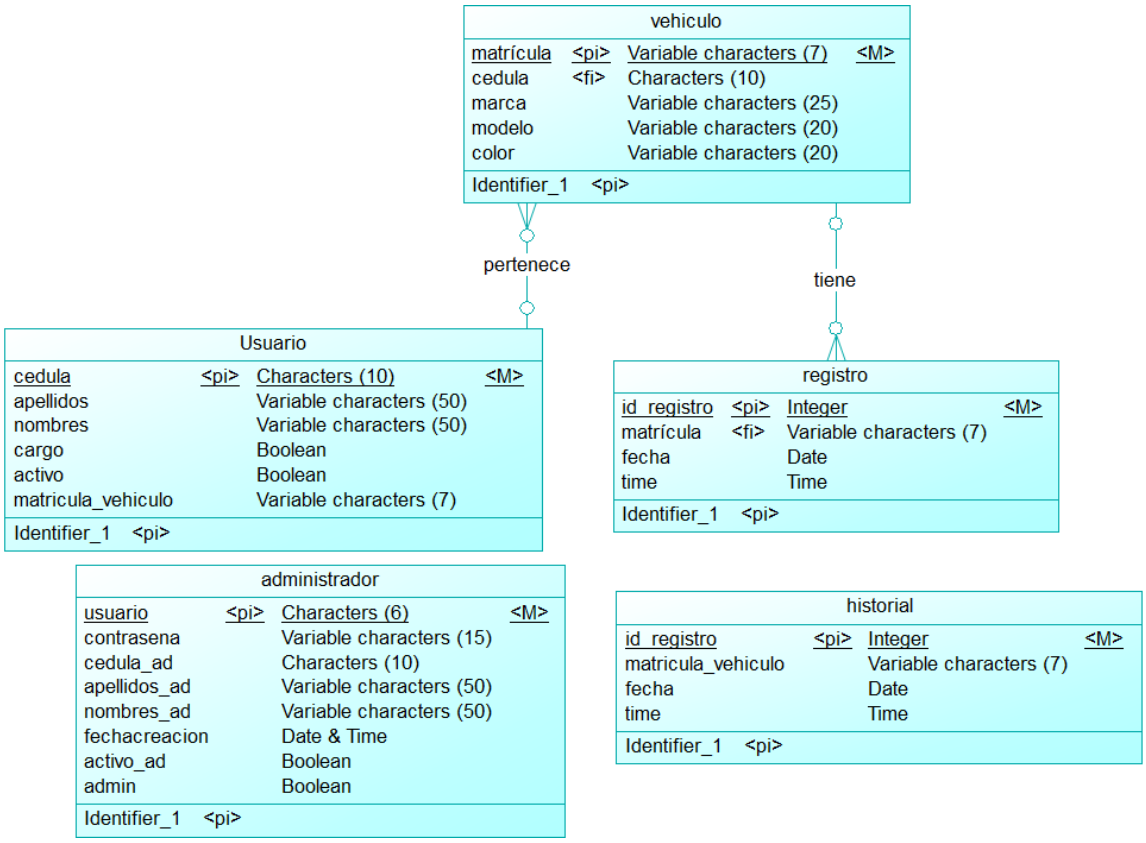


Figura 17: *Diseño lógico del sistema propuesto.*

4.17. Diseño físico de la base de Datos

La tercera fase del proceso de modelamiento de una base de datos es el diseño físico, donde se determinan las estructuras de almacenamiento y estructuras de acceso para que la aplicación que accede a la base de datos obtenga un buen rendimiento.Además, se sugiere utilizar el Sistema Gestor de Base de Datos SQL Server 2012, pues según el departamento de TIC (2016) de la PUCESE, cuenta con las licencias necesarias para el uso del mismo.

Según International Business Machines (s.f.) el diseño físico permite optimizar el rendimiento y asegurar la integridad de los datos, evitando las repeticiones innecesarias. Además, menciona que en esta etapa se transforman las entidades en tablas, como se muestra en la figura 18, para el sistema propuesto.

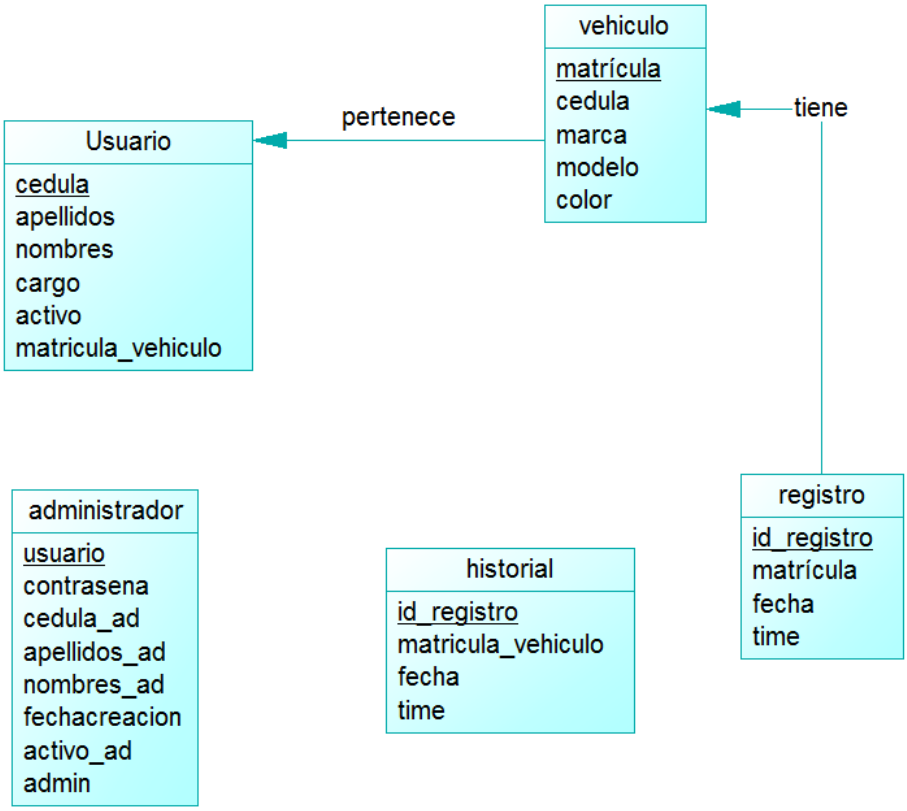


Figura 18: *Diseño físico del sistema propuesto.*

4.18. Interfaz del Sistema

Para poder ingresar al programa el usuario que será el responsable deberá digitar el usuario y contraseña (Figura 19), una vez validados los datos, este tendrá acceso al sistema, y podrá ejecutar la acción deseada entre las disponibles (Figura 20).

Los reportes que realizará el sistema se mostrarán directamente en el sistema y no en un programa secundario como Excel de forma que la aplicación cuente con mayor seguridad en los datos, además, para mantener la integridad de los mismos, existirá un único usuario, denominado responsable, de forma que este sea el que realice los reportes según sus requerimientos.



Figura 19: *Inicio de sesión del sistema.*

En la figura 20, se puede observar las diferentes opciones que posee el administrador del sistema, en la cual, una de ellas le permitirá agregar a los diferentes responsables del sistema. Por otro lado, en la figura 21se muestran las opciones que posee el responsable del sistema,que son las mismas que el administrador, con la excepción de que este no puede administrar los responsables del sistema.



Figura 20: *Menú del administrador*



Figura 21: *Menú del responsable sistema*

En la figura 22 se muestran las diferentes opciones que tiene Gestionar matriculas, permitiéndole añadir, editar y eliminar matrículas existentes en la base de datos del sistema, según los requerimientos del responsable.

- **Añadir matricula:** Permitirá al responsable del sistema ingresar nuevos vehículos, cabe resaltar que desde esta opción se podrá realizar el ingreso tanto de las características del vehículo como los datos del dueño, en caso de que se desee agregar un vehículo a un docente o administrativo existente, simplemente se deberán llenar los datos del vehículo y seleccionar la cedula del propietario. (ver figura 23).
- **Editar matricula:** El responsable podrá editar los datos de un vehículo o del dueño del mismo, de forma que, si un docente o administrativo ya no está haciendo uso del parqueadero, se pueda cambiar a inactivo. (ver figura 24).
- **Eliminar matricula:** Permite eliminar un vehículo y/o usuario de la base de datos del sistema, de forma que, si el docente o administrativo ya no tiene acceso al parqueadero o ya no hace uso del vehículo, pueda ser eliminado. (ver figura 25).



Figura 22: *Gestionar matriculas*

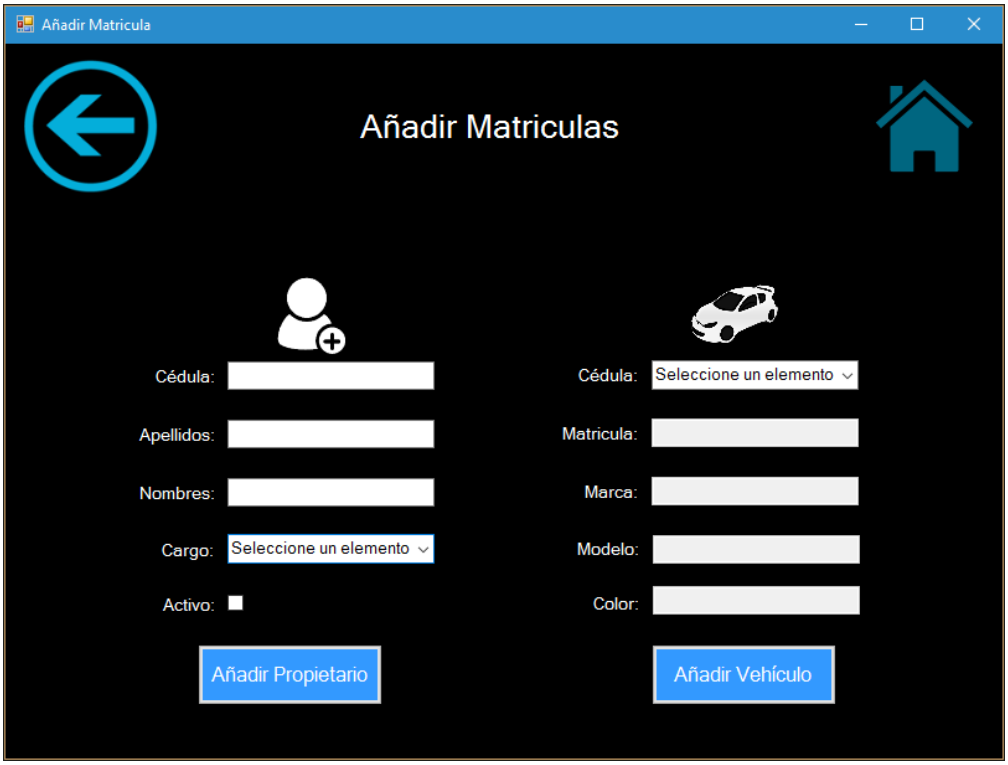


Figura 23: *Añadir matricula*

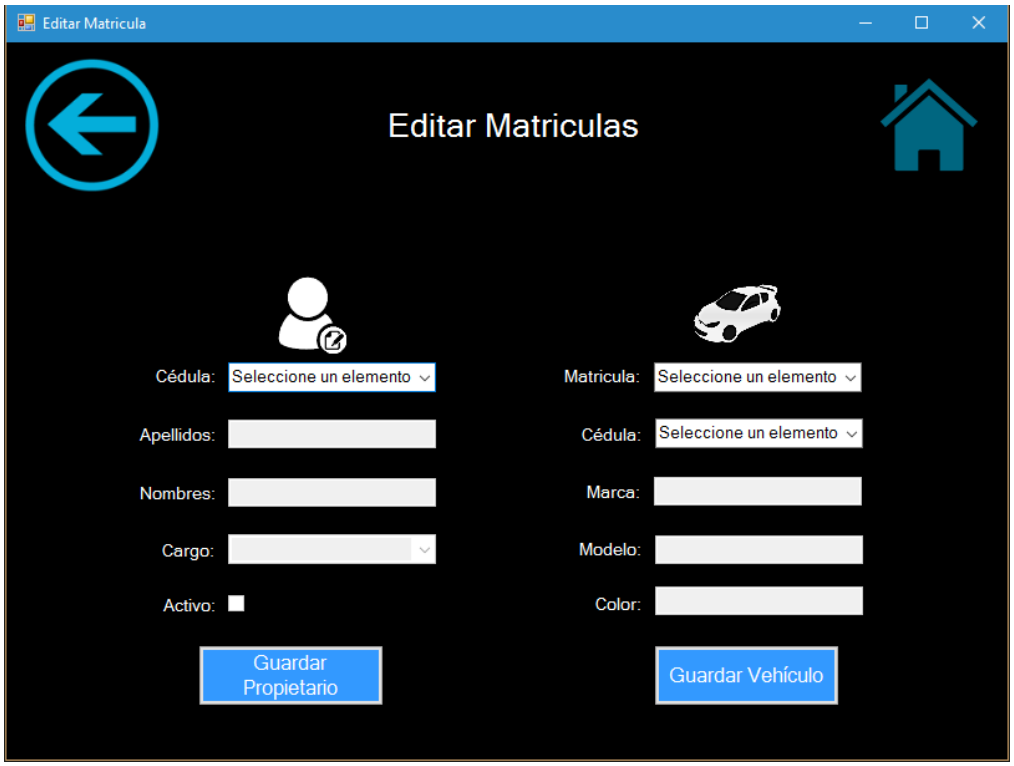


Figura 24: *Editar matricula*



Figura 25: *Eliminar matricula*

La opción Listado de vehículos permite observar todos los vehículos ingresados en el sistema, junto con su número de matrícula, y además la cédula, apellidos, nombre, cargo del dueño o usuario del vehículo, y permite conocer si este vehículo se encuentra activo o no en la PUCESE. Además, permitirá realizar una impresión del listado (ver figura 26).



Figura 26: *Listado de vehículos*

La opción de Reporte por Filtros, permitirá al responsable del sistema, realizar búsquedas de registros de ingreso a la PUCESE entre una fecha de inicio y otra de fin, con un filtro seleccionado (matrícula, cédula, nombre o apellido), posteriormente se visualiza del mismo (ver figura 27). En la figura 28se puede observar un ejemplo en el que se muestran los registros e historiales del vehículo con matrícula EBA-032, además de los datos del propietario como el nombre, cédula, cargo y si este se encuentra activo o no. Si un vehículo no tiene registros se mostrará el historial del mismo o viceversa, en este ejemplo el vehículo cuenta con registros e historial.



Figura 27: *Reportes por filtro*

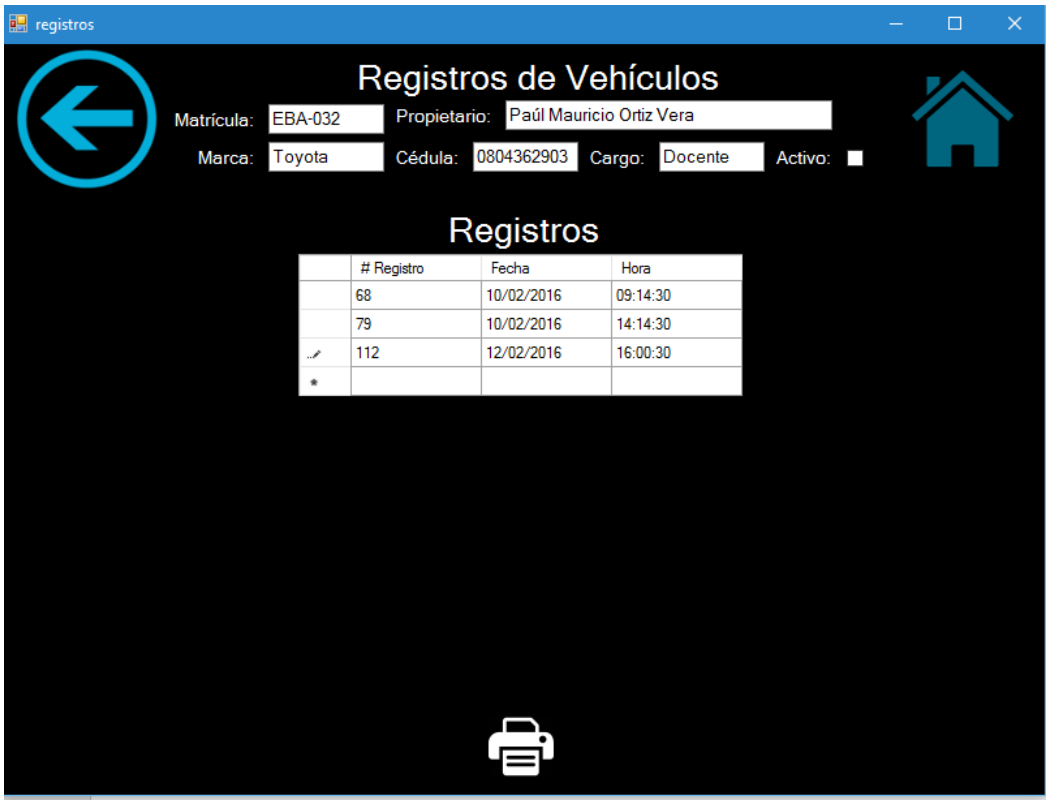


Figura 28: *Registros e historial*

La opción Abrir/Cerrar brazo, permite al responsable del sistema abrir o cerrar el brazo mecánico cuando sea requerido, como por ejemplo permitir el acceso a vehículos de invitados especiales, o dando la opción de que este permanezca abierto y los vehículos puedan acceder en eventos de la PUCESE.

La opción de Cambiar contraseña (figura 29) permite al responsable del sistema cambiar la contraseña de este, para ello deberá ingresar la contraseña actual como una forma de verificación, luego escribir la nueva contraseña, y repetir esta para reducir la posibilidad de cometer errores de digitación, y finalmente al dar clic en el botón guardar, esta se guardará automáticamente en la base de datos.



Figura 29: *Cambiar contraseña*

Finalmente se tiene la opción administrar responsables (figura 30), que permitirá al administrador del sistema, añadir, editar o eliminar un responsable del sistema.

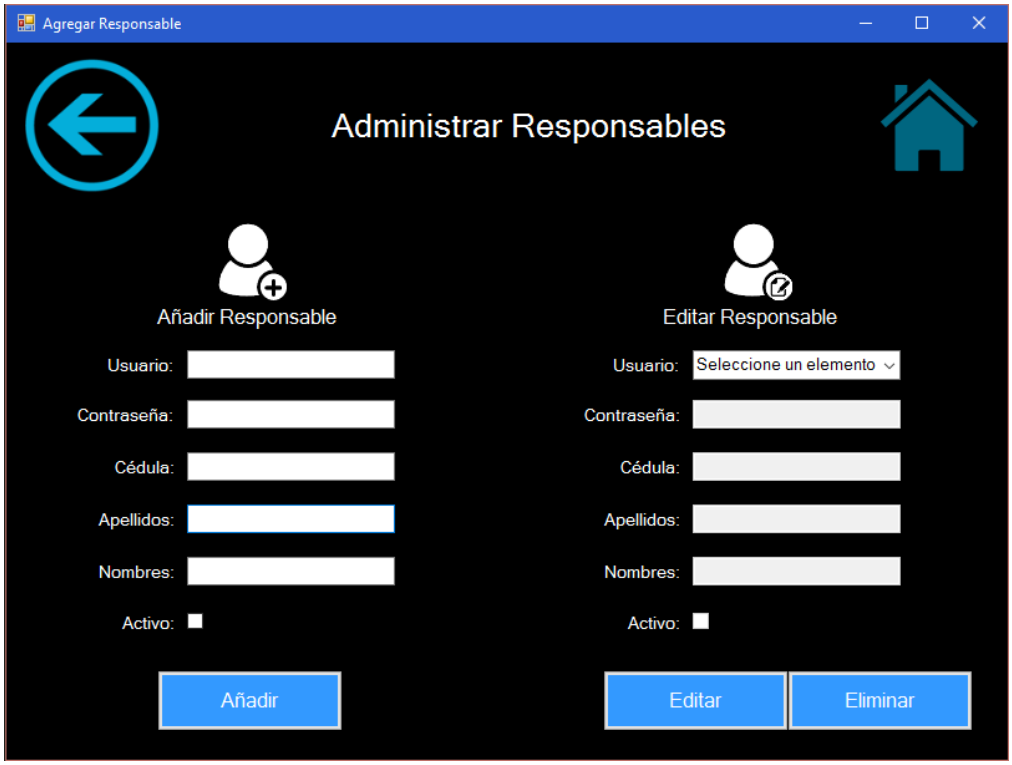


Figura 30: *Administrar responsables.*

5. CONCLUSIONES

Luego de analizar el sistema de parqueo con el que cuenta actualmente la PUCESE, se logró determinar que los usuarios de este no se encuentran totalmente satisfechos, de forma que es necesario la implementación de un sistema que mejore la eficiencia del mismo.

Después de haber analizado los diferentes tipos de sistemas de control de acceso que existen en la actualidad y comprar sus ventajas y desventajas, se ha seleccionado los sistemas ANPR, pues son de mayor eficiencia y ajustan a las necesidades de la PUCESE.

En la actualidad existen diferentes formas de implementar un sistema ANPR, algunos de la gama comercial y otros libres refiriéndose al desarrollo completo del mismo y permitiendo reducir los costos del proyecto, para la PUCESE se seleccionó un sistema acorde a su realidad, de forma que la institución pueda desarrollarlo e implementarlo según las necesidades que allí se presentan.

Una vez seleccionada cada uno de los algoritmos a implementar en el sistema y seleccionado los programas de desarrollo (Scilab y Visual Basic .Net) y dispositivos (Cámara IP, brazo mecánico y Arduino) necesarios, se realizaron los diferentes modelados del sistema en herramientas como Diagrama de flujo de datos del sistema, Modelo y Notación de procesos de Negocio, Casos de uso, diagramas de bases de datos, que permitieron definir el funcionamiento del sistema.

6. RECOMENDACIONES

Designar a una persona como el responsable del sistema, y capacitarla, de forma que pueda utilizar cada una de las herramientas con las que este cuenta, permitiéndole aprovechar al máximo las funciones, y resolviendo dudas e inconvenientes que se presenten a los usuarios del parqueadero.

El sistema ideal para la PUCESE, según las condiciones del entorno, es un sistema desarrollado, permitiéndoles agregar o quitar características del mismo, así como un soporte técnico personalizado, pues luego de desarrollado el sistema, con una buena documentación, una persona con conocimientos de programación podría realizar dicho soporte.

El desarrollo del sistema, como bien se mencionó en la propuesta se puede realizar con diferentes tipos de herramientas informáticas (hardware y software), de forma que no se está ligado a un solo tipo de fabricante, pero se debe tener en cuenta que las herramientas propuestasfueron previamente analizadas, en base a la realidad de la PUCESE.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Aldabas Rubira, E. (s.f.). *Introducción al reconocimiento de patrones.* Recuperado el 01 de Marzo de 2016, de ULADECH: http://files.uladech.edu.pe/docente/02659781/IA/S05/01_reconocimiento_de_patrones.pdf

Álvarez Durán, M. A. (2014). *Análisis, diseño e implemetanción de un sistema de control de ingreso de vehículos basado en visión aritficial y reconocimiento de placas en el parqueadero de la Universidad Poltécnica Salesiana - Sede Cuenca*. Recuperado el 02 de Marzo de 2015, de Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7060/1/UPS-CT003790.pdf

Andrade Miranda, G., López Encalada, J., & Chávez Burbano, P. (s.f.). *SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR UTILIZANDO RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES.* Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Litoral: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1458/1/2973.pdf

Ardila Albarracin, C. A. (2015). *GUIA 2. PARTE 2. ESTIMACIONES.* Recuperado el 08 de Junio de 2016, de Universidad del Cauca: http://artemisa.unicauca.edu.co/~cardila/IS_02_P2_Estimaciones_Software_2015.pdf

Arduino. (2016). *Arduino UNO & Genuino UNO*. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de arduino.com: https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

Arduino. (2016). *at is Arduino?* Recuperado el 12 de Junio de 2016, de arduino.cc: https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction

Business Process Model and Notation. (2015). *Business Process Model and Notation*. Recuperado el 01 de Marzo de 2016, de Object Management Group: http://www.bpmn.org/

Campos Albuixech, A. (2014). *Desarrollo de software de reconocimiento de matrículas de coche.* Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de UNIVERSIDAD

POLITECNICA DE VALENCIA: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/46232/Memoria.pdf?sequence=1

Carrillo Ledesma , A. (13 de Febrero de 2015). *Manual de Scilab*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Geofísica: http://mmc.geofisica.unam.mx/acl/anum/Ejemplitos/SciLab/manual_scilab.pdf

Delgado Montiel, J. L. (Diciembre de 2010). *Reconocimiento de Placas.* Obtenido de Instituto Politécnico Nacional: http://tesis.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/9880/1/221.pdf

Deparamento de Siencias de la Computación e I.A. (s.f.). *Diagramas de Flujos de Datos*. Recuperado el 01 de Marzo de 2016, de DECSAI: http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/design/X-DFDs.pdf

Departamento de Ciencias de la Computación e I.A. (s.f.). *Diseño lógico de Base de Datos.* Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de Universidad de Granada: http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/design/5-logical.pdf

Dolado Cosín, J. J. (9 de Noviembre de 2004). *El Modelo COCOMO*. Recuperado el 7 de Junio de 2016, de ehu.eus: http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/mmis/cocomo.htm

Echevarría Líbano, R. (2015). *Una Introducción Rápida a Scilab*. Recuperado el 05 de Mayo de 2016, de DPTO. DE ECUACIONES DIFERENCIALES Y ANÁLISIS NUMÉRICO: http://personal.us.es/echevarria/documentos/ApuntesScilab.pdf

González, Y. (13 de Febrero de 2009). *Aplicaciones de la visión artificial*. Recuperado el 17 de 06 de 2016, de Departament de Matemàtiques i Informàtica: http://dmi.uib.es/~ygonzalez/VI/Material_del_Curso/Teoria/Aplicaciones_VC.PDF

Grob, M. (2016). *Licencias PUCESE.* Esmeraldas. Recuperado el 02 de Agosto de 2016

Gutierrez, R., Frydson, F., & Vintimilla, B. (11 de Noviembre de 2011). *Aplicación de Visión por Computador para el reconocimiento automático de placas vehiculares utilizando ocr's convencionales.* Obtenido de ESPOL: http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19074

Haro Figueroa , G. M., & Cañadas Betancourt, P. A. (Octubre de 2011). *PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE VEHICULOS,*

DETECCIÓN Y RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE LOS CARACTERES DE LA PLACA EN TIEMPOR EAL POR MEDIO DE VISIÓN ARTIFICIAL, APLICANDO CONTROL VEHICULAR. Obtenido de Escuela Politecnica Nacional: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4259

HOSAFE. (s.f.). *HOSAFE-1MB1G*. Recuperado el 01 de Marzo de 2015, de hosafe.com: http://www.hosafe.com/a-megapixel-ip-camera/277-hosafe-1mb1g.html

Indiana University. (06 de Noviembre de 2014). *What is FTP, and how do I use it to transfer files?*Recuperado el 01 de Mayo de 2015, de INDIANA UNIVERSITY: https://kb.iu.edu/d/aerg

International Business Machines. (s.f.). *Diseño físico de la base de datos.* Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de IBM: http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPEK_10.0.0/com.ibm.db2z10.doc.intro/src/tpc/db2z_physicaldatabasedesign.dita?lang=es

Mathworks. (2016). *Getting Started with MATLAB*. Recuperado el 04 de Mayo de 2016, de mathworks.com: http://www.mathworks.com/help/matlab/getting-started-with-matlab.html

Mathworks. (2016). *Pricing and Licensing*. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de Mathworks.com: https://www.mathworks.com/pricing-licensing/index.html?intendeduse=comm

MAV Systems Ltd. (2015). *What is ANPR?*Recuperado el 2 de Enero de 2016, de anprcameras.com: http://www.anprcameras.com/about-us/what-is-anpr/

Mercadolibre. (s.f.). *Barrera Vehicular/ Parqueaderos/ Marca Motorline*. Recuperado el 12 de Junio de 2016, de mercadolibre.com.ec: http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-409111735-barrera-vehicular-parqueaderos-marca-motorline-_JM

MercadoLibre. (s.f.). *Electrónica, Audio y Video "Camara ip exterior"*. Recuperado el 01 de Marzo de 2015, de mercadolibre.com: http://electronica.mercadolibre.com.ec/camara-ip-exterior

Microsoft. (2016). *Introducción a Visual Studio .Net*. Recuperado el 05 de Mayo de 2016, de microsoft.com: https://msdn.microsoft.com/es-ec/library/aa291755(v=vs.71).aspx

Montbrun, A. (1997). *Librería de Aplicaciones de MATLAB*. Obtenido de IFX Networks: http://www.eldish.net/hp/automat/toolb_mb.htm

Ocampo Carrión, J. L. (Diciembre de 2011). *Reconocimiento de caracteres de una placa de automóvil mediante redes neuronales artificiales utilizando Matlab.* Recuperado el 01 de Marzo de 2015, de ESPE: http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4939

Oracle. (26 de Mayo de 2016). *¿Qué es la tecnología Java y para qué la necesito?* Recuperado el 29 de Mayo de 2016, de java.com: https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml

Pérez, P. (2008). *Introducción a Matlab*. Recuperado el 05 de Mayo de 2016, de Matematicas.uniovi.es: http://orion.ciencias.uniovi.es/~riera/modelado/practicas/pract_01.pdf

Ruiz, F. (s.f.). *Modelado de Procesos de Negocio con BPMN*. Recuperado el 01 de Marzo de 2016, de Universidad de Castilla-La Mancha: http://alarcos.esi.uclm.es/per/fruiz/cur/pn/trans/pn_bpmn.pdf

Salinas Caro, P. (s.f.). *Unified Modeling Language UML*. Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de Universidad de Chile: http://users.dcc.uchile.cl/~psalinas/uml/casosuso.html

Sánchez de la Rosa, J. L. (19 de Julio de 2001). *Descripción de MATLAB*. Recuperado el 05 de Mayo de 2016, de Procesadores de Lenguajes. Itinerario de Computación. ETSII. ULL: http://nereida.deioc.ull.es/~pcgull/ihiu01/cdrom/matlab/contenido/node2.html

Scilab. (1 de Febrero de 2011). *Javasci*. Obtenido de Scilab.org: https://help.scilab.org/docs/5.5.2/en_US/javasci.html

Scilab. (31 de Octubre de 2014). *Java*. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Scilab.org: https://www.scilab.org/scilab/interoperability/calculation_engine/java

Scilab. (2015). *About Scilab*. Recuperado el 05 de Mayo de 2016, de Scilab.org: http://www.scilab.org/scilab/about

Scilab Enterprises. (1 de Abril de 2015). *Supported and compatible compilers*. Obtenido de scilab.org: https://help.scilab.org/docs/5.5.2/fr_FR/supported_compilers.html

Steven Perry, J. (2 de Diciembre de 2012). *Introducción a la programación Java, parte 1: Conceptos básicos del lenguaje Java*. Obtenido de IBM: http://www.ibm.com/developerworks/ssa/java/tutorials/j-introtojava1/

Tasiguano Pozo, C. A. (Junio de 2011). *Desarrollo de algoritmos de reconocimiento de placas de vehículos.* Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3867/1/CD-3672.pdf

Vázquez, N., Nakano, M., & Pérez-Meana, H. (18 de Abril de 2002). *Automatic System for localization and recognition of vehicle plate numbers.*Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: http://revistas.unam.mx/index.php/jart/article/view/17499/16690

Vega, M. (Octubre de 2010). *Casos de uso UML.* Recuperado el 02 de Marzo de 2016, de Universidad de Granada: https://lsi.ugr.es/~mvega/docis/casos%20de%20uso.pdf

Villarroel, J. A., & Villarroel, J. M. (2010). *Diseño e implementación del sistema control e identificación vehicular en parqueadero ubicado en el edificio administrativo de la UPS aplicando tecnología RFID.* Recuperado el 02 de Mayo de 2016, de Universidad Politécnica Salesiana: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2401

Yu, S., Wu, J., Shang, S., & Etienne, V. (07 de Julio de 2015). *SIVP*. Recuperado el 06 de Mayo de 2016, de sivp.sourceforge.net: http://sivp.sourceforge.net/

8. ANEXOS:

Anexo 1: Encuesta a Docentes y administrativos.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS.

Escuela de Ingeniería en Sistemas y Computación

Estudiante: Paúl Ortiz Vera

Tema:SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACA VEHICULAR AL INGRESO DE LA ZONA DE APARCAMIENTO DE DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS (PUCESE)

Cuestionario dirigido a los docentes y administrativos de la PUCESE.

La presente encuesta tiene la finalidad el recopilarinformación importante, en lo referente al aparcamiento en la PUCESE, información que será manipulado con profesionalismo, responsabilidad y discreción, como parte de mi trabajo de titulación. Por lo que, se agradecerá de forma muy especial la colaboración para responder las preguntas que encontrará en el presente instrumento.

1. **¿Cuenta usted con un vehículo propio?**
   - Si
   - No
2. **Hace uso del sistema de parqueo de la PUCESE**
   - Si
   - No
3. **¿Con qué frecuencia asiste a la institución en su vehículo?** (Selección múltiple)
   - Mañana
   - Tarde
   - Noche
4. **¿En qué jornada hace uso del sistema de parqueo de la PUCESE?**(Selección múltiple)
   - 6am
   - 7am
   - 8am
   - 9am
   - 10am
   - 11am
   - 12pm
   - 1pm
   - 2pm
   - 3pm
   - 4pm
   - 5pm
   - 6pm
   - 7pm
   - 8pm

5. Conoce si hay un responsable del aparcamiento en la PUCESE

- Si
- No

Responda con una X según su criterio a las preguntas.

#	Preguntas	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
6	En relación a la infraestructura física de aparcamiento, ¿cuál es su apreciación?					
7	El aparcamiento está disponible cuando usted lo requiere.					
8	Cree Ud. que el servicio de aparcamiento se presta con seguridad para los vehículos.					
9	Cree Ud. que se debería implementar un sistema autónomo de parqueadero docente y administrativo en la PUCESE					

Anexo 2: Entrevista al Coordinador de mantenimiento de la PUCESE.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS.

Escuela de Ingeniería en Sistemas y Computación

Estudiante: Paúl Ortiz Vera

Tema:SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE PLACA VEHICULAR AL INGRESO DE LA ZONA DE APARCAMIENTO DE DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS (PUCESE)

Cuestionario base dirigido al Coordinador de mantenimiento de la PUCESE.

La presente entrevista tiene la finalidad el recopilarinformación importante, en lo referente al aparcamiento en la PUCESE, información que será manipulado con profesionalismo, responsabilidad y discreción, como parte de mi trabajo de titulación. Por lo que, se agradecerá de forma muy especial la colaboración para responder las preguntas que encontrará en el presente instrumento.

1. **¿Existe alguna persona que se encargue del aparcamiento de los vehículos?**
2. **¿Cuáles son las divisiones actuales del aparcamiento de la institución?**
3. **¿Cuentan con algún diagrama en el que se muestre las divisiones del aparcamiento?**
4. **¿Podría convertirse la cancha de la institución en una zona de aparcamiento legal? En caso de que sí, ¿Cuál sería la zona de estudiantes que reemplazaría a esta?**
5. **¿Existiría la posibilidad de cambiar las divisiones actuales del parqueadero?**
6. **¿Está de acuerdo con la implementación de un brazo mecánico que controle el ingreso de vehículos a una zona, en la que solo ingresen docentes y Administrativos de la institución?**

Anexo 3: Estacionamiento de Directivos.



Anexo 4: Parqueadero deDocentes y Administrativos.



Anexo 5: Parqueadero de Alumnos.





Anexo 6: Parqueadero de Motos.



Anexo 7: Parqueadero sin especificar.



Anexo 8: Entrada y cancha de la institución.

Entrada



Cancha



Anexo 9: Posición en la que debería ir el brazo del sistema ANPR.



Anexo 10: Visión de la posición en la que debería ir la Cámara IP.

