



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE PLACAS DE VEHÍCULOS”

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO/A EN CIENCIAS COMPUTACIONES**

**ORIENTACIÓN:**

**SISTEMAS MULTIMEDIA**

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Diana Carolina Panchana Reasco

Jorge Eduardo García Hinojosa

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a Dios Todopoderoso por haberme guiado en esta etapa de mi vida. A mis padres, Marcos Panchana y Rita Reasco por todo su amor, sacrificio y comprensión que me dieron durante todos estos años para poder lograr mi meta.

Agradezco a mis hermanos por sus consejos y ánimos que me ayudaron a no desvanecer y seguir firme con mis metas.

A mis amigos que formaron una parte excepcional en mi vida que sin duda alguna son los hermanos que la ESPOL pudo regalarme, gracias por todo el apoyo y amor condicional que me dieron en estos años.

Le doy las gracias a esta flamante institución, que me enseñó a esforzarme cada día, que nada era fácil y cada vez habría un obstáculo nuevo, a ser independiente y a creer en mí y en mis capacidades investigativas.

**Diana Carolina Panchana Reasco.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A mi mamá Georgina Hinojosa Dazza por saber guiarme y empujarme cuando más lo necesité.

A mi papá Jorge García Márquez por sus consejos, por motivarme cada día a alcanzar mis metas.

A mis profesores que a lo largo de mi carrera me enseñaron no sólo a ser un profesional en papeles sino en la vida; la responsabilidad que conlleva el ser un Ingeniero Politécnico.

A mi esposa María José Cadena Ollague por su paciencia y su apoyo incondicional que me ayudaron a nunca desmayar ni abandonar este sueño.

**Jorge Eduardo García Hinojosa.**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto se lo dedico a mi papá Marcos Panchana Torres que me brindó tanto amor y ayuda para realizar mis tareas y labores universitarias. A mi querida madre por todos sus consejos y valores fundados en mí, por hacerme una persona de bien.

Dedico mi proyecto a todos mis demás familiares, que me brindaron su ayuda directa o indirectamente y siempre estuvieron pendientes de mi avance universitario.

¡Gracias a ustedes!

**Diana Carolina Panchana Reasco.**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado a mi mamá, la principal responsable de que este sueño sea una realidad y a mi esposa que siempre me presionó para que este día llegara para poder seguir alcanzando nuestras metas.

¡Gracias!

**Jorge Eduardo García Hinojosa.**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

---

**Ing. Rafael Rivadeneira**  
PROFESOR EVALUADOR

---

**PhD. Federico Domínguez**  
PROFESOR EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....  
Jorge García Hinojosa.

.....  
Diana Panchana Reasco.

## RESUMEN

Debido a que aproximadamente ingresan y salen 4000 vehículos diario del Campus Prosperina de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, es necesario llevar un registro de éstos para así tener un mayor control y conocimiento de las novedades como choques, hurtos, daños a la propiedad, y cualquier otra incidencia que puedan ocurrir o haber ocurrido dentro del campus.

Para evitar largas fila y demoras en el ingreso los vehículos no pueden detenerse, es por esto que se planteó crear un sistema que permita la identificación de las placas de los vehículos en movimiento que pasen delante de una cámara, manteniendo un registro de sus características e información de su propietario.

Para la creación del SISTEMA DE IDENTIFICACION DE PLACAS, se hizo uso de la librería OpenCV para el procesamiento de imágenes y el OCR Tesseract y el algoritmo KNN para obtener el texto de la imagen de la placa. Una vez que se obtiene la placa del vehículo se procede a realizar la consulta al Webservice de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y cargar los datos de ESPOL correspondientes a esa placa. Toda esta información más la fecha y hora de entrada o salida se muestra en pantalla y se almacena en una base de datos local que servirá de referencia para el personal de seguridad y administración general de la institución para tomar decisiones que ayuden a mejorar las condiciones de seguridad dentro la institución.



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
DEDICATORIA .....	v
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN .....	vi
DECLARACIÓN EXPRESA .....	vii
RESUMEN.....	viii
CAPÍTULO 1.....	11
1. INTRODUCCION.....	11
CAPÍTULO 2.....	12
2. ESTADO DEL ARTE .....	12
2.1 PROYECTOS RELACIONADOS.....	12
2.2 EXPERIENCIAS EN OTRAS EMPRESAS ECUATORIANAS.....	13
2.3 EXPERIENCIAS EN EMPRESAS INTERNACIONALES .....	14
2.4 SOFTWARE EXISTENTE .....	14
2.5 HARDWARE EXISTENTE.....	14
3. DISEÑO E IMPLEMENTACION .....	16
3.1 ALGORITMOS INVESTIGADOS.....	16
3.1.1 OCR Tesseract (Optical Character Recognition).....	16
3.1.2 K-Nearest Neighbor Algorithm.....	17
3.2 TECNOLOGÍA USADA.....	18
3.3 DIAGRAMA DE SOLUCION.....	19
3.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA PyPNR.....	20
3.5 PROCEDIMIENTO .....	21
3.4.1 Detección de Movimiento .....	21
3.4.2 Procesamiento de Imagen y Extracción de caracteres.....	24
3.4.3 CONSULTA AL WEBSERVICES DE LA ANT .....	26

3.4.4	CONSULTA A LA BASE CON DATOS DE ESPOL.....	27
3.4.5	ALMACENAMIENTO DE EVENTOS.....	28
CAPÍTULO 4	.....	29
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	29
4.1	PRUEBAS DE USUARIO.....	29
4.2	INDICADORES.....	30
4.1.1	Probabilidad de Detección de Vehículos .....	31
4.1.2	Probabilidad de Detección de Placas .....	31
4.1.3	Probabilidad de Aciertos de consulta con el Webservice.....	32
4.3	PROBLEMAS ENCONTRADOS .....	32
4.4	COSTOS .....	33
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
	BIBLIOGRAFÍA.....	35

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCION

El sistema de identificación de placas de vehículos, será implementado para identificar las placas de los vehículos que ingresen y salgan de la ESPOL, debido a que cada día ingresan aproximadamente 4000 vehículos sin que se lleve un buen control o registro de cuáles son los vehículos que ingresan y mucho menos a quién le pertenece. Cabe mencionar que al menos 5 veces al día existe alguna novedad con algún vehículo (robo, secuestro, choque) y para ayudar a disminuir el tiempo de identificación del vehículo sabiendo su historial de ingreso y salida del campus. Por lo que se propuso crear un sistema que permita la identificación de las placas de los vehículos que ingresen y salgan de la ESPOL, manteniendo un registro completo con las características básicas del vehículo e información del propietario. Mediante un algoritmo de reconocimiento de placas utilizando herramientas OpenSource como OpenCV, OCR (Optical Character Recognition) que permite el reconocimiento de caracteres.

El presente proyecto proveerá al personal de seguridad perteneciente a ESPOL una aplicación para monitorear el ingreso, salida y flujo de vehículos que pasan por garita principal del campus siendo éste el escenario para las respectivas pruebas y levantamiento de información. El sistema reconocerá en tiempo real las placas de los vehículos que ingresen o salgan de la ESPOL sin necesidad que éstos se detengan, manteniendo un registro de: placas, fecha y hora de ingreso, fecha y hora de salida, número de sticker de la ESPOL. Estos datos ayudarán a un futuro análisis estadístico de la cantidad de vehículos que entran y salen del campus, también se podrá calcular el tiempo de permanencia en el mismo. Adicionalmente mostrará al personal de garita información referente del vehículo tales como: propietario del vehículo, características del vehículo (color, marca, modelo y año) y se podrá tener acceso a la base de datos que posee la ESPOL de usuarios con su respectivo vehículo e información personal para uso exclusivo de la seguridad de la ESPOL, manteniendo la respectiva confidencialidad y ética de los datos obtenidos del propietario del vehículo.

## CAPÍTULO 2

### 2. ESTADO DEL ARTE

Para el desarrollo del Sistema de Identificación de placas vehiculares, es indispensable realizar investigaciones de herramientas, plataformas y librerías a usarse para resolver la problemática que se ha planteado. Se han investigado trabajos similares que nos pudieran servir para dar inicio al desarrollo del proyecto.

#### 2.1 PROYECTOS RELACIONADOS

- **Sistema de control vehicular utilizando reconocimiento óptico de caracteres. ESPOL 2012**

El sistema tiene como objetivo principal realizar un control vehicular mediante el reconocimiento óptico de caracteres de las placas de un vehículo, utilizando una cámara USB y posteriormente procesarla en la Plataforma de desarrollo National Instruments Labview 8.2 en tiempo real. [1]

- **Detección y extracción de placas de vehículos en señales de video. ESPOL 2009**

En este proyecto se implementó un sistema para detectar y extraer placas de vehículos desde una señal de video utilizando un sistema de visión artificial. El proyecto se divide en dos etapas: en la primera etapa se realiza la instalación y calibración de un sistema de video vigilancia que permite capturar una señal de video para su posterior análisis y procesamiento. Luego, esta etapa es complementada con el desarrollo de una aplicación de detección y extracción de placas vehiculares a partir de la señal de video capturada. [2]

- **Estudio comparativo entre algoritmos de reconocimiento de borde para identificación de placas de autos. Universidad de Chimborazo 2012**

Mediante el estudio comparativo de los métodos CANNY y SOBEL se logra reconocer los bordes que existen en una imagen; teniendo esto diversas aplicaciones, en nuestro caso centraremos el estudio en el reconocimiento de placas de los vehículos en tránsito. [3]

- **Prototipo de un sistema de adquisición de imágenes de vehículos, detección y reconocimiento automático de caracteres de la placa en tiempo real por medio de visión artificial, aplicado al control vehicular. Escuela Politécnica Nacional 2011**

Usó tres enfoques para el desarrollo de algoritmos de localización de la zona de la placa, el primer enfoque consiste en la búsqueda y estimación de los bordes, el segundo en binarizar los objetos de la escena y el tercero en comprender el sistema de visión artificial de modo independiente. [4]

- **Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de placas vehiculares. Universidad de Azuay 2015**

Usó métodos basados en redes neuronales y reconocimiento óptico de caracteres OCR. Estableció ajustes en el tamaño y posición de la placa vehicular. Esta aplicación ha sido ampliamente utilizada en sistemas de control y análisis de tráfico vehicular a nivel mundial (Draghici, 1007). [5]

En la actualidad el personal en garita no posee un sistema, pero existe una aplicación desarrollada que permite obtener información según la placa del vehículo.

## **2.2 EXPERIENCIAS EN OTRAS EMPRESAS ECUATORIANAS**

- Aeropuerto de Guayaquil: Cámara que captura la imagen realiza el reconocimiento de la placa.
- Fotorradars: Detecta vehículos que circulan a exceso de velocidad y los fotografía.
- Vigilancia en carreteras: reconocimiento de placas y dueño del vehículo.

- ATM tiene un nuevo sistema que capta vehículos que no están matriculados. [6]

### 2.3 EXPERIENCIAS EN EMPRESAS INTERNACIONALES

**AutoVu:** automatiza la lectura e identificación de las placas de matrícula, y les hace el trabajo más fácil a los agentes del orden público, a las organizaciones municipales y comerciales, para poder ubicar vehículos de interés, y hacer cumplir las normas y restricciones en los estacionamientos. El AutoVu ha sido diseñado tanto para instalaciones fijas como móviles en una variedad de aplicaciones. [7]

**INFAIMON:** es una compañía multinacional dedicada en exclusiva a la visión artificial y el análisis de imagen desde hace más de 20 años. [8]

### 2.4 SOFTWARE EXISTENTE

CARMEN Parking ANPR Software

Empresa dedicada a la venta de software OCR y dispositivos OCR para el Reconocimiento Automático de Placas de Vehículos. [9]

### 2.5 HARDWARE EXISTENTE

**FxCAM IBW\_2000**

Este hardware es una cámara que tiene integrado un algoritmo para el reconocimiento de placas vehiculares. [10] (Figura 2.1)



Figura 2.1: FxCAM IBW2000

## CAPÍTULO 3

### 3. DISEÑO E IMPLEMENTACION

En este capítulo se muestra el diseño e implementación que fue seguido para el desarrollo del Sistema de identificación de placas vehiculares (PyPNR). Se toma como base las investigaciones realizadas en el capítulo anterior, haciendo uso de los algoritmos con mejores resultados para este proyecto.

#### 3.1 ALGORITMOS INVESTIGADOS

Para extraer los caracteres de la imagen aplicamos 2 métodos:

##### 3.1.1 OCR Tesseract (Optical Character Recognition)

Es un proceso que brinda facilidades al momento de digitalizar imágenes, debido a que convierte el texto que aparece en la misma en un archivo de texto, para luego ser utilizado según la necesidad, en nuestro caso para la identificación de placas vehiculares.

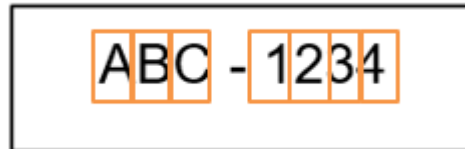
Para realizar el reconocimiento de caracteres se parte de una imagen con solo dos niveles de grises, para luego ser comparadas con un modelo de los posibles caracteres que puedan existir. OCR Tesseract no reconoce texto escrito a mano, por lo que su reconocimiento se limita a caracteres generados por computadora.

El Algoritmo de OCR Tesseract consta de cuatro etapas:

1. Binarización. Escala de grises de la imagen obtenida.
2. Fragmentación de la Imagen. Identificación de los contornos de la imagen.



3. Adelgazamiento de los componentes. Eliminar pixeles erróneos del área de estudio.
4. Comparar patrones. Compara los caracteres obtenidos con los ya almacenados. (Figura 3.1)

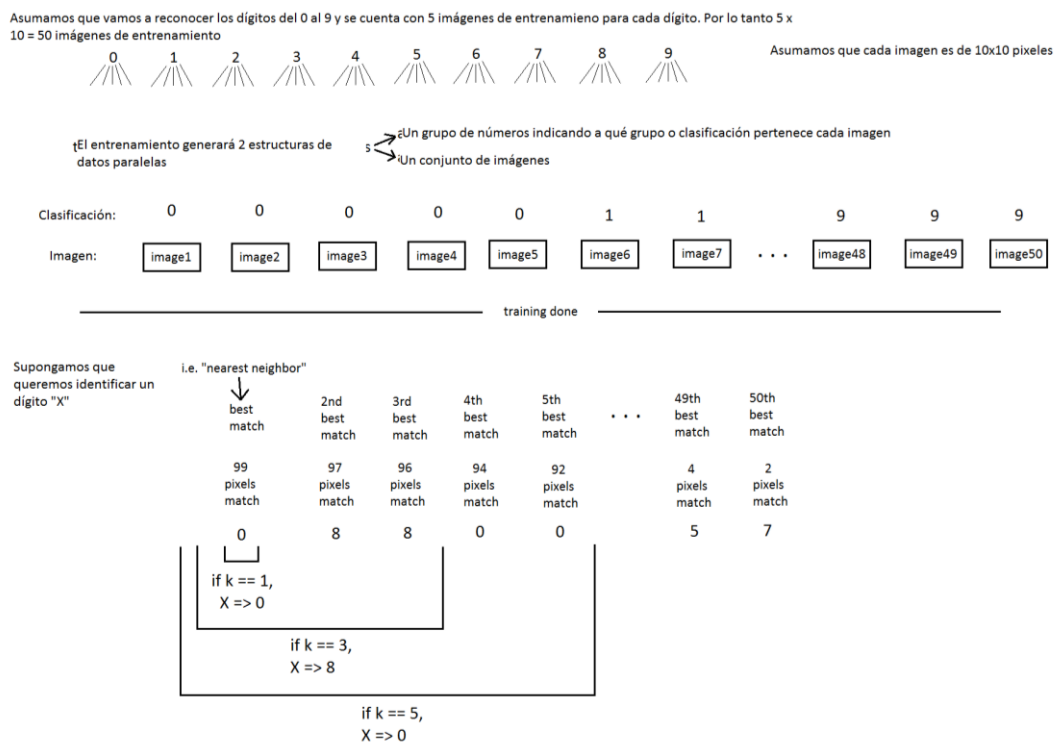


**Figura 3.1: Almacenamiento de Eventos en Base Local.**

### **3.1.2 K-Nearest Neighbor Algorithm**

K nearest neighbor es un método de clasificación no paramétrica que estima la probabilidad de que un elemento pertenezca a una clase determinada. En nuestro caso haremos referencia a los elementos (caracteres pertenecientes a la placa) y las clases (alfabeto y números).

Para hacer uso de este algoritmo primero se lo debe entrenar. En la fase de entrenamiento el algoritmo detecta imágenes y el usuario le indica a qué carácter corresponde cada una. (Figura 3.2)



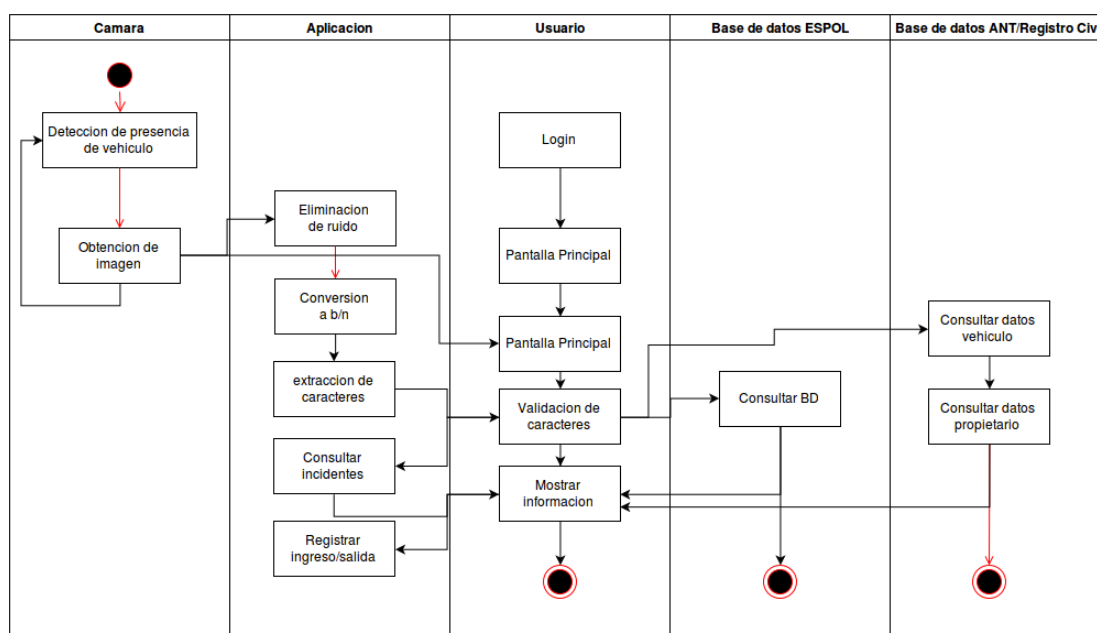
**Figura 3.2: Funcionamiento del algoritmo K-nearest neighbor.**

### 3.2 TECNOLOGÍA USADA

- ✓ Librerías de Visión por Computadora muy útiles en interfaces Python.
  - OpenCV (Open Source Computer Vision)
- ✓ OCR (Optical Character Recognition).
  - Librería para el reconocimiento óptico de caracteres.
- ✓ Búsqueda K-nearest neighbor.
  - Método de aproximación basado en el vecino más cercano.
- ✓ WS ANT placa y propietario.
  - Tenemos a disposición un Webservice que nos retorna los datos del vehículo y su propietario.
- ✓ Lenguaje de programación Python.

- Fácil acoplamiento con Raspberry; de sintaxis sencilla, interpretado por scripts. Es un lenguaje potente con muchas librerías que nos da mucha ayuda.
- ✓ Base de Datos MySQL.
- Fácil acoplamiento con Raspberry de sintaxis sencilla, interpretado por scripts. Es un lenguaje potente con muchas librerías que nos da mucha ayuda.

### 3.3 DIAGRAMA DE SOLUCION



**Figura 3.3: Diagrama de Secuencia.**

La cámara detecta movimiento; parte de un cuadro inicial y éste se compara con los siguientes cuadros. En caso de que un objeto de determinadas dimensiones sea detectado el sistema asume que es un vehículo y procesa digitalmente la imagen (ajuste de perspectiva, correcciones, eliminación de ruido) para luego buscar los caracteres de la placa. Una vez identificados los caracteres se consulta en el Webservice los datos del vehículo y se busca en la base de datos local para determinar si ha estado involucrado en algún incidente registrado. Finalmente se

muestra la información en pantalla y se registra el evento en la base de datos de la aplicación. (Figura 3.3)

### 3.4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA PyPNR

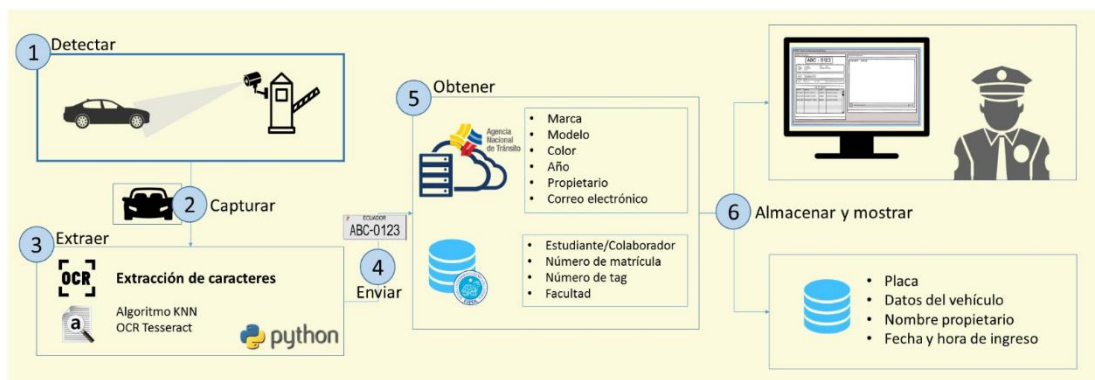


Figura 3.4: Esquema de Solución.

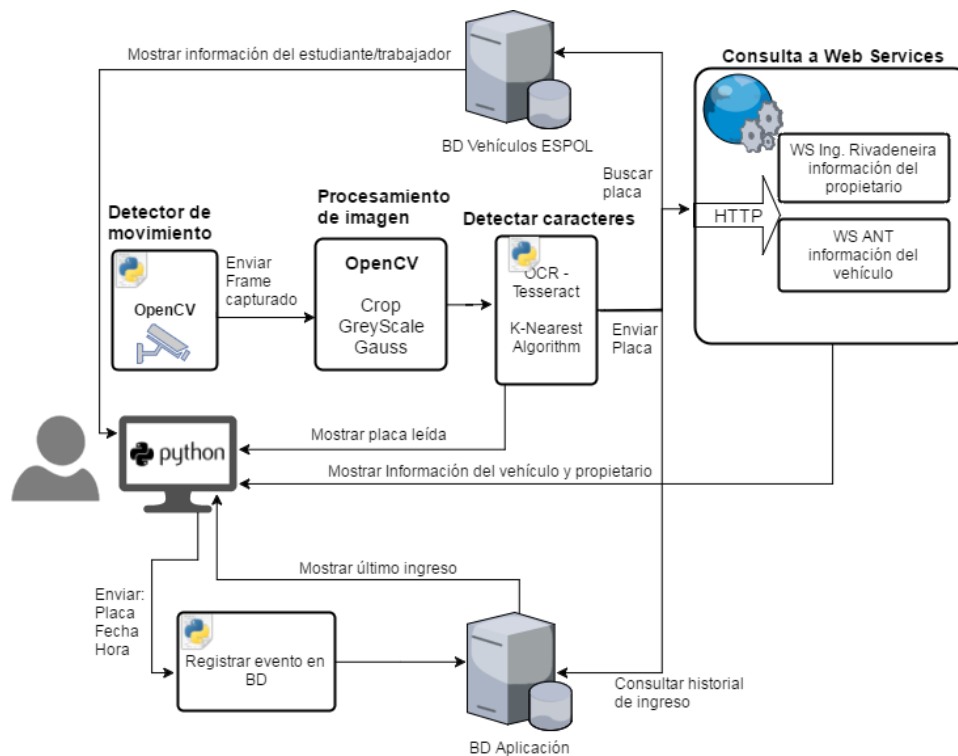


Figura 3.5: Arquitectura del Sistema de Placas Vehiculares.

El sistema inicia con una entrada de video que puede ser una cámara o un video pregrabado.

Sobre la entrada de video se realiza un proceso de detección de movimiento buscando objetos que cumplan una dimensión determinada para así descartar objetos muy pequeños o demasiado grandes. Una vez detectado el movimiento, la aplicación captura el frame y realiza sobre éste ajustes de tal manera que se pueda realizar la búsqueda de caracteres. La búsqueda puede ser realizada con 2 métodos distintos: utilizando el OCR *Tesseract* o utilizando el algoritmo K-Nearest (éste último tarda un poco más por lo que se lo realiza si el primero no detecta caracteres).

Una vez obtenidos los caracteres de la placa, se realizan 3 consultas:

1. *WebServices* para obtener información: ANT (información del vehículo) y *rafariva.com* (información del propietario). *HTTP Request*.
2. Base de datos de ESPOLE para obtener información del estudiante o colaborador en caso de que se encuentre registrado el vehículo.
3. Base de datos de la aplicación para obtener el último ingreso.

Luego de realizadas las consultas se muestra al usuario la información obtenida y se guarda en la base de datos de la aplicación la información del evento: placa, datos del vehículo y propietario, fecha y hora de ingreso. (Figura 3.4 y 3.5)

### **3.5 PROCEDIMIENTO**

#### **3.4.1 Detección de Movimiento**

Para detectar movimiento asumimos que el primer cuadro es un cuadro vacío y éste servirá de referencia. (Figura 3.6)



**Figura 3.6: Arquitectura del Sistema de Placas Vehiculares.**

Obtiene la detección de movimiento y procede a realizarle la captura de la imagen. (Figura 3.7)



**Figura 3.7: Detección de Imagen en Movimiento.**

Se convierte el cuadro actual a gris y se resta del cuadro inicial para obtener un delta sobre el cual se aplicará la función thresholding para resaltar los objetos en la imagen. Finalmente se detectan los bordes en la imagen. (Figura 3.8 y 3.9)



**Figura 3.8: Detección de Imagen en Movimiento.**



**Figura 3.9: Detección de Imagen en Movimiento.**

Si el objeto en movimiento está dentro de los parámetros establecidos (dimensión máxima y mínima) se captura la imagen. (Figura 3.10)



**Figura 3.10: Captura de Área de Interés.**

Luego se procede a realizar un ajuste de perspectiva. (Figura 3.11)



**Figura 3.11: Ajuste de perspectiva.**

#### 3.4.2 Procesamiento de Imagen y Extracción de caracteres



**Figura 3.12: Imagen Inicial.**

A la imagen obtenida de la detección de movimiento se le maximiza el contraste y se le aplica una difuminación o suavizado Gaussiano (Gaussian Blur) y luego un umbral adaptativo (adaptive thresholding). (Figura 3.12 y 3.13)





Figura 3.13: Alto contraste y B/N.



Figura 3.14: Gaussian Blur - Adaptive Thresholding

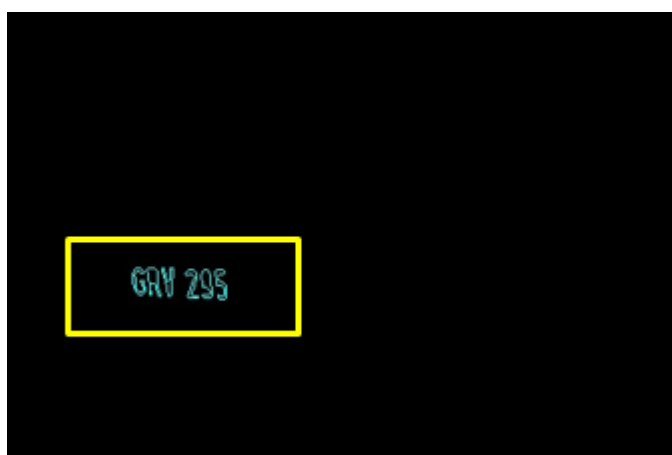


Figura 3.15: Obtención de caracteres.

Sobre esta última imagen se ejecutan dos búsquedas:

1. OCR Tesseract. (Reconocimiento Óptico de Caracteres).
2. Algoritmo KNN. (Método de aproximación basado en el vecino más cercano).

Con este número de placa vehicular se procede a realizar la consulta al Webservice de la ANT, enviando un requerimiento GET a la página web de la misma, y recibiendo un HTML para luego interpretar sus tags y obtener los datos (placa, modelo, marca, color, propietario).

### 3.4.3 CONSULTA AL WEBSERVICE DE LA ANT

Se realiza una petición GET a la URL de la ANT para consultas de citaciones pendientes, esta petición nos devuelve un HTML.

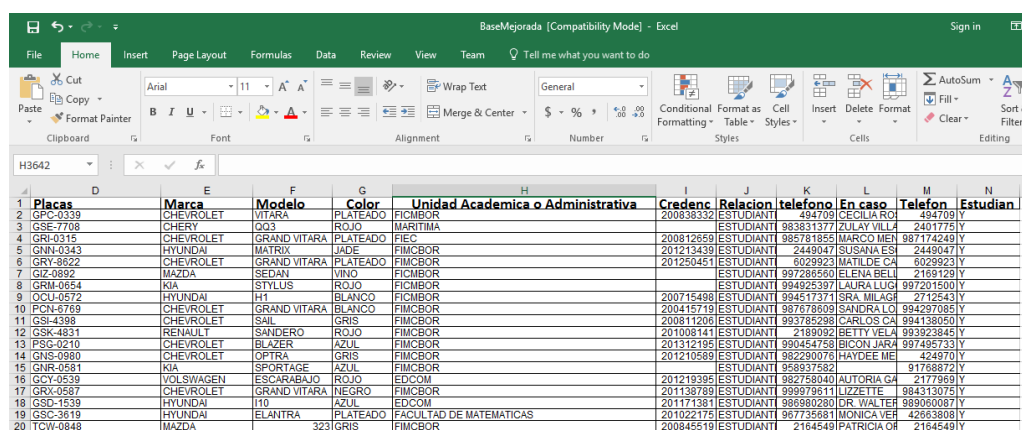
Con el HTML de la ANT obtenemos objetos <td> que tengan los atributos class="titulo" y class="detalle\_formulario". Imagen de la página web de la ANT. (Figura 3.16)

<b>GRX3192</b>	Marca: HYUNDAI Modelo: TUCSON IX SP 4X2 2.0 TA AC Año: 2011	Color: VINO Clase: VEH. UTILITARIO Servicio: USO PARTICULAR	Año de Matriculación: 2014 Fecha de Matriculación: 25-03-2014 Fecha de Caducidad:								
Valor Pendiente : \$0,00	Valor Convenio : \$0,00	Intereses Pendiente : \$0,00	<b>Total: \$0,00</b>								
<input checked="" type="radio"/> Pendientes (0) <input type="radio"/> En Impugnación (1) <input type="radio"/> Anuladas (0) <input type="radio"/> Pagadas (0) <input type="radio"/> En Convenio (0)											
Citaciones											
Número	Placa	Documento	Fecha de Emisión	Entidad	Puntos	Valores de Emisión			Saldo	Observación	Detalle
						Valor	Interés	Total			
<div style="text-align: right;">           Sin registros que mostrar         </div>											

**Figura 3.16: Sistema de la ATM para consulta de información.**

### 3.4.4 CONSULTA A LA BASE CON DATOS DE ESPOL

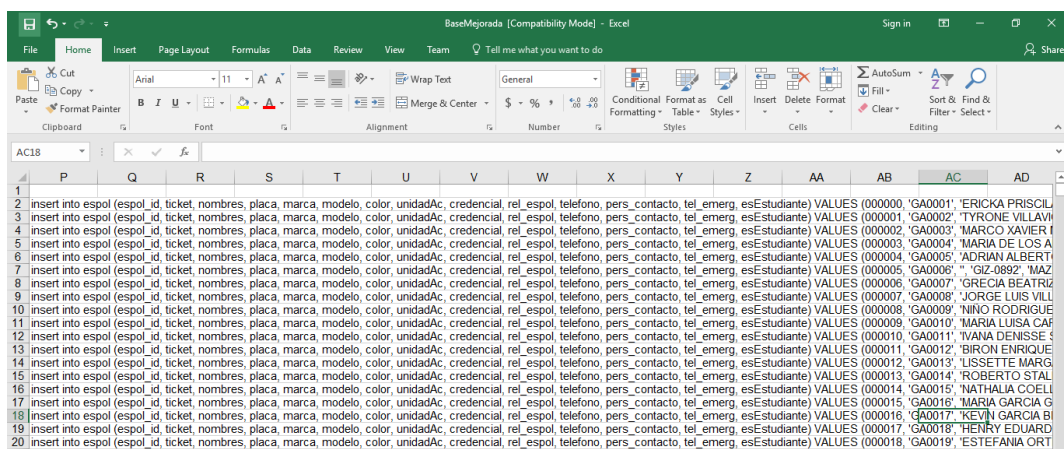
La Escuela Superior Politécnica del Litoral consta con una pequeña base de datos para registrar (placa, modelo, marca, color, unidad académica o administrativa, credencial politécnico, relación con ESPOL, teléfono, contacto, teléfono emergencia) tanto de los estudiantes como personal administrativo. (Figura 3.17)



#	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Placas	Marca	Modelo	Color	Unidad Académica o Administrativa	Credenc	Relacion	telefono	En caso	Telefono	Estudian
1	GPC-0339	CHEVROLET	VITARA	PLATEADO	FIMCBOR	200838332	ESTUDIANTE	494709	CECILIA RO	494709	Y
2	GSE-7708	CHERY	QQ3	ROJO	MARITIMA		ESTUDIANTE	983831377	ZULAY VILLA	2401775	Y
4	GRU-0315	CHEVROLET	GRAND VITARA	PLATEADO	FIEC	200812659	ESTUDIANTE	935781055	MARCO MIEH	987174249	Y
5	GNN-0343	HYUNDAI	MATRIX	JADE	FIMCBOR	201213439	ESTUDIANTE	2449047	SUSANA ES	2449047	Y
6	GRY-8622	CHEVROLET	GRAND VITARA	PLATEADO	FIMCBOR	201250451	ESTUDIANTE	6029923	MATILDE CA	6029923	Y
7	GIZ-0892	MAZDA	SEDAN	VINO	FIMCBOR		ESTUDIANTE	937286560	ELENA BELL	2169129	Y
8	GRH-0954	KIA	STYLUS	ROJO	FIMCBOR		ESTUDIANTE	934925397	LAURA LUIG	997201500	Y
9	OCU-0572	HYUNDAI	H1	BLANCO	FIMCBOR	200715498	ESTUDIANTE	994517371	SRA MILAG	2712543	Y
10	PCN-6769	CHEVROLET	GRAND VITARA	BLANCO	FIMCBOR	200416579	ESTUDIANTE	987678609	SANDRA LO	994297085	Y
11	GSJ-4398	CHEVROLET	SAIL	GRIS	FIMCBOR	200811206	ESTUDIANTE	993785298	CARLOS CA	984138050	Y
12	GSK-4831	RENAULT	SANDERO	ROJO	FIMCBOR	201008141	ESTUDIANTE	2189092	BETTY VELA	993923845	Y
13	PGC-0210	CHEVROLET	BLAZER	AZUL	FIMCBOR	201312195	ESTUDIANTE	990454758	BICON JARA	997495733	Y
14	GNS-0980	CHEVROLET	OPTRA	GRIS	FIMCBOR	201210589	ESTUDIANTE	982290078	HAYDEE ME	424970	Y
15	GNR-0561	KIA	SPORTAGE	AZUL	FIMCBOR		ESTUDIANTE	956937562		91788972	Y
16	GCY-0539	VOLSWAGEN	ESCARABAJ	ROJO	EDCOM	201219395	ESTUDIANTE	982758040	AUTORIA GA	2177969	Y
17	GRX-0587	CHEVROLET	GRAND VITARA	NEGRO	FIMCBOR	201138789	ESTUDIANTE	999979611	LIZETTE E	984313075	Y
18	GSD-1539	HYUNDAI	I10	AZUL	EDCOM	201171381	ESTUDIANTE	98980280	DR. WALTER	989090087	Y
19	GSC-3619	HYUNDAI	ELANTRA	PLATEADO	FACULTAD DE MATEMATICAS	201022175	ESTUDIANTE	99773568	IMONICA VER	42653908	Y
20	TCW-0848	MAZDA		323	GRIS	200845519	ESTUDIANTE	2164549	PATRICIA OR	2164549	Y

Figura 3.17: Base en EXCEL facilitada por la ESPOL.

Se nos facilitó la información en un archivo de Excel, el mismo que fue editado para hacer los respectivos INSERT y ser almacenados en una tabla de nuestra base de datos local para el proyecto Sistemas de Identificación de placas vehiculares. (Figura 3.18)



	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1															
2	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000000, 'GA0001', 'ERICKA PRISILVI									
3	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000001, 'GA0002', 'TYRONE VILLAVI									
4	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000002, 'GA0003', 'MARGO XAVIER I									
5	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000003, 'GA0004', 'MARIA DE LOS A									
6	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000004, 'GA0005', 'ADRIAN ALBERTI									
7	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000005, 'GA0006', ' ' , 'GIZ-0892', 'MAZ									
8	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000006, 'GA0007', 'GRECIA BEATRIZ									
9	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000007, 'GA0008', 'JORGE LUIS VILL									
10	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000008, 'GA0009', 'NINO RODRIGUE									
11	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000009, 'GA0010', 'MARIA LUISA CAF									
12	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000010, 'GA0011', 'IVANA DENISE E									
13	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000011, 'GA0012', 'BIRON ENRIQUE									
14	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000012, 'GA0013', 'LISSETTE MARG									
15	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000013, 'GA0014', 'ROBERTO STAL									
16	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000014, 'GA0015', 'NATHALIA COELI									
17	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000015, 'GA0016', 'MARIA GARCIA G									
18	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000016, 'GA0017', 'KEVIN GARCIA BI									
19	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000017, 'GA0018', 'HENRY EDUARDO									
20	insert into espol	(espol_id, ticket, nombres, placa, marca, modelo, color, unidadAc,	credencial, rel_espol, telefono, pers_contacto, tel_emerg,	esEstudiante)	VALUES	(000018, 'GA0019', 'ESTEFANIA ORT									

Figura 3.18: Base en EXCEL facilitada por la ESPOL.

### 3.4.5 ALMACENAMIENTO DE EVENTOS

Finalmente se almacena en la información que se ha obtenido en las consultas realizadas en la base local del sistema de identificación de placas vehiculares. (Figura 3.19)

Eventos					
PLACA	FECHA	HORA INGRESO	HORA SALIDA	TIEMPO PERMANENCIA	METODO
GRV295	01/03/2017	16:46:58	---	---	KNN
GHC723	01/03/2017	16:47:10	---	---	KNN
GSJ5510	01/03/2017	16:47:27	---	---	KNN
GDH286	01/03/2017	16:47:32	---	---	KNN

**Figura 3.19: Almacenamiento de Eventos en Base Local.**

## CAPÍTULO 4

### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se muestra los resultados obtenidos en base a la detección de placas vehiculares y la cantidad de aciertos obtenidos. También se realiza un análisis del costo del proyecto Sistemas de Identificación de Placas Vehiculares.

Los resultados que se obtuvieron fueron en base al análisis de videos que se realizaron en garita principal de la ESPOL, para ello se hizo uso de una cámara GoPro que fue ubicada en varios ángulos para mejorar los resultados. Al inicio la cámara fue ubicada en la parte superior de la cámara ya ubicada en garita, los resultados que se obtuvieron no fueron tan óptimos, luego se procedió a ubicar la cámara en la parte inferior, los resultados mejoraron un poco, pero la iluminación no fue de gran ayuda ya que le día estuvo bastante nublado.

#### 4.1 PRUEBAS DE USUARIO.

Durante las pruebas de usuario realizadas se tuvieron algunas sugerencias, nos preguntaron si era factible editar las placas vehiculares ya que muchas de ellas se encuentran borrosas o en mal estada, se le comentó al usuario que esos requerimientos quedaran como trabajos futuros. Otras de las inquietudes que tuvieron es la identificación de los vehículos ubicados en cambios carriles de las vías de la ESPOL, para esto se les indico que el escenario donde se estaban realizando las pruebas solo cubre un carril debido a múltiples necesidades que esto requiere. (Figura 4.1)



**Figura 4.1: Pruebas de usuario en garita principal de la ESPOL.**

#### **4.2 INDICADORES**

Para obtener los indicadores de aciertos se grabaron 4 videos en los cuales se procesaron aproximadamente unos 20 vehículos, de los cuales 18 vehículos pudieron ser identificados, los que no fueron identificados pasaron de manera muy rápida o en el otro carril de la calle.

De estos 18 vehículos que pudieron ser identificados se les realizó el procesamiento de imagen de los cuales 16 se pudieron obtener los caracteres de la placa vehicular.

De los 16 vehículos que se identificó su placa vehicular, 11 de ellos devolvieron datos de su propietario de manera correcta. (Figura 4.2)



**Figura 4.2: Captura de video procesado para los indicadores.**

#### 4.1.1 Probabilidad de Detección de Vehículos

**Aciertos:** Detección correcta de placas.

**N:** Tamaño de la muestra (20 vehículos).

$$\% \text{ Aciertos Deteccion de Placas} = \frac{\text{Aciertos}}{N} * 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos Deteccion de Placas} = \frac{18}{20} * 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos Deteccion de Placas} = 90.00 [\%]$$

#### 4.1.2 Probabilidad de Detección de Placas

**Aciertos:** Detección correcta de placas.

**N:** Tamaño de la muestra (18 vehículos).

$$\% \text{ Aciertos Deteccion de Placas} = \frac{\text{Aciertos}}{N} * 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos Deteccion de Placas} = \frac{16}{18} * 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos Deteccion de Placas} = 88.89 [\%]$$

#### 4.1.3 Probabilidad de Aciertos de consulta con el WebService

**Aciertos:** Detección correcta de consulta de datos de la placa.

**N:** Tamaño de la muestra (16 vehículos detectados).

$$\% \text{ Aciertos} = \frac{\text{Aciertos}}{N} * 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos} = \frac{11}{16} * 100[\%]$$

$$\% \text{ Aciertos} = 68.75[\%]$$

### 4.3 PROBLEMAS ENCONTRADOS

Entre los problemas que se tuvieron durante la realización de este proyecto fueron:

- Resolución de cámara. Se estuvo trabajando en primer lugar con una cámara web, luego se utilizó una GoPro mejorando la calidad de la imagen.



- Posicionamiento de la cámara. Se realizaron varios videos con diferentes ángulos de detección de placa, se observó una mejora al posicionar la cámara casi a la altura de una placa promedio.
- Entrenamiento del OCR Tesseract.
- Cantidad de luz.
- Tiempo de respuesta de WebServices.

Otro de los inconvenientes del OCR Tesseract, es la distorsión de la imagen a ser procesada, por lo que la extracción de caracteres seria de manera errónea.

#### 4.4 COSTOS

Costos de Implementación.			Costos de Instalación.	
Costo de Software	Programador	\$ 1,200.00	Instalación y ajustes de aplicación <i>In situ</i>	\$ 300.00
Costo de Hardware	Raspberry	\$ 60.00	Costo de Capacitación	\$ 100.00
	Cámara	\$90.00		
	Cable Adaptador HDMI a VGA	\$ 10.00		
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 1,360.00</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 400.00</b>

**Tabla 1: Análisis de Costos.**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible llevar un registro y monitoreo de los vehículos que ingresan a la institución sin necesidad de hacerlos detener a determinada distancia de una cámara.

Se puede aprovechar el uso de software libre y un lenguaje de programación ligero como Python para realizar la implementación del sistema sobre un dispositivo como Raspberry Pi.

La información recopilada por el sistema permitirá a las personas interesadas e involucradas tomar decisiones con respecto a los vehículos que ingresen a la institución para tratar de mejorar las condiciones de seguridad y por ende la imagen de ésta.

Para facilitar el reconocimiento de vehículos que pertenecen a la organización, se podría colocar códigos o distintivos junto a las placas de los vehículos que al ser escaneadas muestren cierta información relevante.

Reconocimiento de placa como una doble verificación al momento de pasar por una puerta de acceso.

El entrenamiento de la herramienta debe ser realizado en cada punto donde se vaya a instalar utilizando imágenes reales para de esta manera brindar al algoritmo parámetros más precisos y reducir el margen de error.

Para mejorar los resultados se debe adquirir equipos con tecnología de mayor capacidad sean estas videocámaras, Raspberry Pi o computador. Estos mismos brindarán mejores resultados para el procesamiento de imágenes y reducirán los tiempos de respuesta.

La cámara que obtendrá la imagen a procesar se debe colocar a una distancia de no más de 2 metros del punto de interés. La misma debe estar ubicada a la altura aproximada de la placa vehicular. Es necesario contar con la respectiva iluminación, esto mejora la calidad de la imagen a procesar.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. M. Gustavo, L. E. José, C. B. Patricia, "Sistema de control vehicular utilizando reconocimiento óptico de caracteres," Tesis de Grado, FIEC, ESPOL, Guayaquil, Ecuador, 2012.
- [2] R. Helen, V. Roberto, V. Boris, "Detección y extracción de placas de vehículos en señales de video," Tesis de Maestría, FIEC, ESPOL, Guayaquil, Ecuador, 2012.
- [3] P. M. Juan, G. G. Leidy, "Estudio Comparativo entre Algoritmos de Reconocimiento de Borde para Identificación de Placas de Autos," Tesis de Grado, Dpto. Ing. Elect, ESPOCH, Riobamba, Ecuador, 2012.
- [4] A. D. Mayra, "Análisis, diseño e implementación de un sistema de control de ingreso de vehículos basado en visión artificial y reconocimiento de placas en el parqueadero de la universidad politécnica salesiana," Tesis de Grado, Dept. Ing. Sistemas, UPS, Cuenca, Ecuador, 2014.
- [5] E. S. Darwin, S. E. Christian, "Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares," Tesis de Grado, Dept. Ing. Sistemas, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador, 2015.
- [6] M. Sandra (2017, enero 20). ATM tiene un nuevo sistema que capta vehículos que no están matriculados (2nd ed.) [Online]. Disponible en:  
<http://www.eluniverso.com/noticias/2017/01/20/nota/6006076/atm-tiene-sistema-que-capta-vehiculos-que-no-estan-matriculados>
- [7] Genetec Inc (2017). AutoVu (2nd Ed.) [Online]. Disponible en:  
<https://www.genetec.com/es/soluciones/productos/autovu>
- [8] Infaimon (2017, enero 20). Infaimon (2nd Ed.) [Online]. Disponible en:  
<http://www.infaimon.com/es/menu/productos>
- [9] ARH (1993 - 2015), CARMEN PARKING PLATE RECOGNITION SOFTWARE: Software de reconocimiento de placas de parqueos. Disponible en:  
<http://www.arhungary.hu/contleft/1021/content.html>