



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

#### Carrera de Ingeniería Electromecánica

### Prototipo de restricción vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa

Trabajo de Titulación previo a  
la obtención del título de  
Ingeniero Electromecánico.

#### AUTOR:

Diego Fernando Quilli Quezada

#### DIRECTOR:

Ing. Julio Roberto Gómez Peña Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

## **Certificación**

Loja, 24 de julio de 2023

Ing. Julio Roberto Gómez Peña. Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Prototipo de restricción vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electromecánico** de la autoría de la estudiante **Diego Fernando Quilli Quezada**, con **cédula de identidad Nro.1104137607**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizó la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Julio Roberto Gómez Peña. Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Diego Fernando Quilli Quezada** , declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1104137607

**Fecha:** 5 de septiembre de 2023

**Correo electrónico:** [diego.quilli@unl.edu.ec](mailto:diego.quilli@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0988775163

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Diego Fernando Quilli Quezada** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Prototipo de restricción vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa** , como requisito para optar por el título de **Ingeniero Electromecánico** , autorizó al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los ocho días del mes de septiembre del dos mil veintitrés.

**Firma:** 

**Autor:** Diego Fernando Quilli Quezada

**Cédula:** 1104137607

**Dirección:** T. Maximiliano Manuel y José Aguirre

**Correo electrónico:** [diego.quilli@unl.edu.ec](mailto:diego.quilli@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 2582983 **Celular:** 0988775163

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Julio Roberto Gómez Peña. Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

Este Trabajo de Titulación está dedicado a mis padres, Ilda Quezada y Angel Quilli, por haberme brindado todas las oportunidades para llegar hasta el punto en el que me encuentro, además de sus consejos y amor. A mis hermanos, Pablo, Zoila, Angel y Ricardo, por ser una guía e inspiración a seguir, tanto en los estudios, como en lo profesional.

También a mis abuelos, Ricardo Quezada y Julia Conza, por haber sido las personas que apoyaron a mi familia desde que era pequeño hasta el punto que me encuentro.

Por todo lo antes dicho les dedico esta tesis como representación de mi esfuerzo y agradecimiento por todo lo que me dieron a lo largo de este capítulo de mi vida.

*Diego Fernando Quilli Quezada*

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas, quienes hicieron posible el desarrollo de este trabajo:

Primeramente, dar gracia a mis padres, hermanas(o) abuelos y demás familiares por su apoyo incondicional para poder llegar al cumplimiento de esta etapa de formación profesional ya que sin su apoyo no se lo habría logrado...

A mi director del Trabajo de Titulación , Ing. Julio Roberto Gómez Peña por su valiosa guía y consejos en todo momento. Sus comentarios y sugerencias fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

A mis profesores y compañeros de estudio, por compartir conmigo su conocimiento y experiencia, y por brindarme su apoyo y motivación en todo momento.

A mi familia y amigos, por su constante aliento, comprensión y paciencia durante los largos días y noches dedicados a la investigación.

A todos ellos, ¡muchas gracias de corazón!

*Diego Fernando Quilli Quezada*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación</b> .....	ii
<b>Autoría</b> .....	iii
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
<b>Índice de tablas</b> .....	ix
<b>Índice de figuras</b> .....	ix
<b>Índice de anexos</b> .....	xi
<b>1. Título</b> .....	1
<b>2. Resumen</b> .....	2
<b>2.1. Abstract</b> .....	3
<b>3. Introducción</b> .....	4
<b>4. Marco teórico</b> .....	6
<b>4.1. Generalidades</b> .....	6
<b>4.2. Sistemas de control de acceso</b> .....	6
<b>4.3. Control de acceso vehicular</b> .....	7
<b>4.4. Sistemas mecánicos</b> .....	10
<b>4.5. Servo mecanismos</b> .....	11
<b>4.6. Servomotores</b> .....	12
<b>4.7. Servo analógico para modelismo.</b> .....	13
<b>4.8. Servo digital para modelismo.</b> .....	13
<b>4.9. Servomecanismo de barreras vehiculares</b> .....	14
<b>4.10. Inteligencia artificial</b> .....	15
<b>4.11. Visión por computadora</b> .....	15
<b>4.12. Sistemas de identificación para control de acceso vehicular</b> .....	16

<b>4.13. Detección de placas vehiculares .....</b>	<b>17</b>
<b>4.14. Técnicas de reconocimientos de caracteres.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Metodología .....</b>	<b>25</b>
<b>6. Resultados.....</b>	<b>41</b>
<b>7. Discusión .....</b>	<b>53</b>
<b>8. Conclusiones .....</b>	<b>56</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>57</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>58</b>
<b>11. Anexos .....</b>	<b>61</b>



## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> <i>Componentes internos de la barrera vehicular.</i> .....	26
<b>Tabla 2.</b> <i>Descripción del sistema mecánico de una barrera vehicular</i> .....	29
<b>Tabla 3.</b> <i>Tipo de configuración del mástil de acuerdo al muelle a utilizar.</i> .....	29
<b>Tabla 4.</b> <i>Sistemas de validación actualmente empleados.</i> .....	31
<b>Tabla 5.</b> <i>Comparación de los sistemas mecánicos empleados actualmente</i> .....	46
<b>Tabla 6.</b> <i>Características técnicas de los modelos de barras vehiculares marca Ditec</i> .....	47
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultados de caracteres obtenido en la prueba 2 con diferentes parámetros.</i> .....	49
<b>Tabla 8.</b> <i>Parámetros y características obtenidos en la prueba 1.</i> .....	50
<b>Tabla 9.</b> <i>Resultados de caracteres obtenido en la prueba uno con diferentes parámetros.</i> ...	50
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultados de aplicar el código.</i> .....	51
<b>Tabla 11.</b> <i>Comparación de diferentes tipos de barreras vehicular según sus marcas.</i> .....	63
<b>Tabla 12.</b> <i>Características técnicas de la barrera vehicular seleccionada</i> .....	65

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> <i>Control de acceso vehicular</i> .....	7
<b>Figura 2.</b> <i>Sistemas de control de accesos y sus componentes.</i> .....	8
<b>Figura 3.</b> <i>Diferentes modelos de controles biométricos</i> .....	8
<b>Figura 4.</b> <i>Reconocimiento de matrículas.</i> .....	9
<b>Figura 5.</b> <i>Identificación por radiofrecuencia.</i> .....	10
<b>Figura 6.</b> <i>Diferentes tipos de Servomotores</i> .....	12
<b>Figura 7.</b> <i>Tipos de servo motores</i> .....	12
<b>Figura 8.</b> <i>Señal y posición del servo.</i> .....	13
<b>Figura 9.</b> <i>Componentes del mecanismo de una barrera vehicular</i> .....	14
<b>Figura 10.</b> <i>Paradigma de análisis de imágenes 2D</i> .....	16
<b>Figura 11.</b> <i>Lectora RFID</i> .....	16
<b>Figura 12.</b> <i>Control empleando LPR</i> .....	17
<b>Figura 13.</b> <i>Proceso de imágenes binarizadas.</i> .....	18
<b>Figura 14.</b> <i>Métodos de procesamientos de color.</i> .....	19
<b>Figura 15.</b> <i>Placa vehicular sub imagen obtenida tras usar técnicas de detección.</i> .....	19
<b>Figura 16.</b> <i>Caracteres segmentados que luego serán reconocidos con OCR.</i> .....	20
<b>Figura 17.</b> <i>Reconocimiento usando características geométricas y topológicas</i> .....	21
<b>Figura 18.</b> <i>Recorrido de un árbol de decisión por OCR.</i> .....	22

<b>Figura 19.</b> <i>Convolución sobre una imagen</i> .....	23
<b>Figura 20.</b> <i>Flujo de proceso de un OCR</i> .....	23
<b>Figura 21.</b> <i>Placa segmentada lista para el reconocimiento mediante Tesseract.</i> .....	24
<b>Figura 22.</b> <i>Ubicación del acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa</i>	25
<b>Figura 23.</b> <i>Sistema de control de acceso empleado.</i> .....	26
<b>Figura 24.</b> <i>Entrevista al personal encargado del control</i> .....	27
<b>Figura 25.</b> <i>Barrera de restricción vehicular</i> .....	28
<b>Figura 26.</b> <i>Partes del sistema mecánico de una barra vehicular</i> .....	28
<b>Figura 27.</b> <i>Medidas de los diferentes resortes a utilizar.</i> .....	30
<b>Figura 28.</b> <i>Programa Visual Studio Code</i> .....	32
<b>Figura 29.</b> <i>División de los fotogramas de una imagen.</i> .....	33
<b>Figura 30.</b> <i>Conversión de imagen BGR a HSV</i> .....	33
<b>Figura 31.</b> <i>Visualización de los contornos encontrados</i> .....	34
<b>Figura 32.</b> <i>Contorno dibujado luego de aplicar las condiciones.</i> .....	35
<b>Figura 33.</b> <i>Medidas de las placas de autos de Ecuador</i> .....	35
<b>Figura 34.</b> <i>Lista de modos de segmentación de página compatibles con tesseract.</i> .....	36
<b>Figura 35.</b> <i>Diagrama del proceso de placas vehiculares automatizado.</i> .....	37
<b>Figura 36.</b> <i>Datos de distancia enviado de Arduino a Python</i> .....	38
<b>Figura 37.</b> <i>Textos de la pantalla Lcd 2 X16</i> .....	38
<b>Figura 38.</b> <i>Resultado de la identificación de la placa</i> .....	39
<b>Figura 39.</b> <i>Resultado de la no identificación de la placa</i> .....	39
<b>Figura 40.</b> <i>Prototipo de restricción vehicular para autos particulares autorizados.</i> .....	40
<b>Figura 41.</b> <i>Vista frontal del ingreso mediante el acceso 8.</i> .....	41
<b>Figura 42.</b> <i>Porcentaje de personas que consideran aplicar sistemas de acceso vehicular</i> ....	42
<b>Figura 43.</b> <i>Porcentaje de la seguridad que brindan los sistemas de acceso vehicular que consideran las personas encuestadas.</i> .....	42
<b>Figura 44.</b> <i>Porcentaje de los sistemas que implementaría en el acceso 8.</i> .....	43
<b>Figura 45.</b> <i>Porcentaje de calificación del sistema de acceso vehicular actualmente empleado.</i> .....	44
<b>Figura 46.</b> <i>Resultado de las deficiencias en el sistema empleado</i> .....	44
<b>Figura 47.</b> <i>Porcentaje de las personas encuestadas si conocen el funcionamiento del sistema de validación</i> .....	45
<b>Figura 48.</b> <i>Porcentaje de implementar un nuevo sistema de acceso vehicular</i> .....	45
<b>Figura 49.</b> <i>Prueba de distancia y altura con ubicación frontal de la cámara.</i> .....	48

<b>Figura 50.</b> <i>Resultado de la primer aprueba con ubicación de cámara frontal</i> .....	48
<b>Figura 51.</b> <i>Prueba de distancia y altura con ubicación lateral de la cámara.</i> .....	49
<b>Figura 52.</b> <i>Resultado de la prueba 2 con ubicación lateral de la cámara</i> .....	49
<b>Figura 53.</b> <i>Resultado de la prueba 1 cámara frontal.</i> .....	49
<b>Figura 54.</b> <i>Resultado de la prueba 1 de la cámara frontal distancia.</i> .....	50
<b>Figura 55.</b> <i>Porcentaje de la efectividad del código programado</i> .....	51
<b>Figura 56.</b> <i>Pruebas realizadas en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa</i> .....	52

### **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> <i>Entrevista realizada al personal encargado del control de acceso 8 de la Ciudad Universitaria.</i> .....	61
<b>Anexo 2.</b> <i>Fotografías del acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa.</i> .....	62
<b>Anexo 3.</b> <i>Comparación de diferentes tipos de barreras vehicular según sus marcas.</i> .....	63
<b>Anexo 4.</b> <i>Características técnicas de la barrera vehicular seleccionada.</i> .....	65
<b>Anexo 5.</b> <i>Manual de la barrera vehicular marca Ditec QIK-7EH.</i> .....	66
<b>Anexo 6.</b> <i>Manual del cuadro electrónico de barrera vehicular QIK 7EH.</i> .....	71
<b>Anexo 7.</b> <i>Archivo excel que contiene las placas analizadas .</i> .....	74
<b>Anexo 8.</b> <i>Diagramas de conexiones para el prototipo utilizando Arduino.</i> .....	79
<b>Anexo 9.</b> <i>Fotografías de las conexiones del prototipo .</i> .....	80
<b>Anexo 10.</b> <i>Fotografías de las pruebas realizadas en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa .</i> .....	81
<b>Anexo 11.</b> <i>Certificado de traducción del resumen</i> .....	82

## **Simbología:**

**OCR:** Reconocimiento óptimo de caracteres

**RFID:** Identificación por Radio Frecuencia

**CV:** Open Computer Visión (Visión Artificial Abierta).

**TAG:** Es un pequeño trozo de código que se inserta en el código fuente de la página.

**CC:** Corriente continua

**CA:** Corriente alterna

**IA:** Inteligencia Artificial

**LPR:** Reconocimiento Automático de Placas vehiculares

**CCTV:** Circuito Cerrado de Televisión

**VMS:** Sistemas de gestión de video

**BMS:** Building Management Systems

**ANPR:** Reconocimiento automático de matrículas

**C<sup>++</sup>:** Es un lenguaje de programación

## **1. Título**

**Prototipo de restricción vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo  
Falconí Espinosa.**

## 2. Resumen

En el presente proyecto se realizó un prototipo de restricción vehicular para autos particulares que ingresan por el acceso 8 de la Universidad Nacional de Loja, basado en las necesidades que requiere dicho acceso. Debido a eso, se realizó una investigación de los diferentes tipos de restricción mecánica que existen y cuál sería el adecuado para el control del mismo ya que el objetivo de cualquier sistema de control de acceso es permitir la entrada del personal autorizado a sitios específicos. Para la validación del personal se trabajó mediante visión artificial y utilizando el reconocimiento de caracteres. El mismo que a través de detección de placas vehiculares, utilizando Python y Arduino mediante las librerías de Open CV, diseñó un código en el cual permita tener una validación a través de las placas vehiculares de los diferentes vehículos particulares ingresados a una base de datos permitiendo automatizar el acceso y a su vez brindar mayor seguridad al momento de ingresar por el acceso 8 de la Universidad Nacional de Loja.

***Palabras clave: Visión Artificial, Barreras Vehiculares, OCR., restricción vehicular***

## 2.1. Abstract

The present project creates a prototype about the vehicular restriction to particular cars that enter for the 8 access of the “Universidad Nacional de Loja”, based on necessities required by that access. In that instance, it was conducted an investigation about different types of mechanical restraints and what will be appropriated for the control of itself because the objective of any access control system is to allow the entry of authorized personnel to specific places. In order to validate the personal, it worked by means of artificial vision and using character recognition. The same one that through the license plate detection, and by using “Python” and “Arduino” through the Open CV libraries, design a code which allows obtaining validation of license plate of the different particular vehicles joined in a database which allows to automate the access and at the same time bring in greater security at the moment to enter for the 8 access of the “Universidad Nacional de Loja”.

***Key words:*** *Artificial vision, vehicle barriers, OCR. vehicular restriction*

### 3. Introducción

Los sistemas de automatización consisten en usar la tecnología para realizar tareas casi sin necesidad de las personas. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas. La automatización no siempre implica sustituir a las personas. A veces sucederá, porque se eliminarán algunos pasos que requieren la interacción humana, pero las ventajas se encuentran en la productividad, la estandarización y la eficiencia. Gracias a la paradoja de la automatización no solo se logra la eficiencia, sino también la intervención humana se vuelve más importante, aunque menos frecuente.

Los sistemas de control de accesos vehicular se implementan para tener el control de los vehículos que circulan por un espacio público o privado, asegurando el paso a los vehículos permitidos y restringiendo a aquellos que no estén autorizados. Al integrar un sistema de control de accesos vehicular, podemos tener el control total, tanto de los residentes como de los visitantes.

Los sistemas de control de acceso vehicular han venido tomando mayor importancia al pasar de los años debido al incremento de inseguridad que percibe la población. En la actualidad, los sistemas utilizados dependen totalmente de un personal encargado que permite el acceso al campus universitario mediante la apertura de un brazo mecánico, lo cual en muchos casos se realiza sin un control efectivo de las personas que ingresan. Además, si se produce la ausencia del personal encargado, el sistema se vuelve ineficiente causando incomodidad en los usuarios.

Se buscó desarrollar un prototipo de restricción vehicular para autos particulares que ingresan por el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa que se adapte a las necesidades del mismo utilizando visión artificial para la validación del acceso.

La estructura del proyecto de tesis se divide en cuatro partes; la primera es la revisión bibliográfica donde se abordan temas como el estado del arte de los sistemas de restricción vehicular, sistemas mecánicos, sistema de validación para el acceso, también se identifica las necesidades del acceso 8 de la Ciudad Universitaria aplicando diferentes métodos para obtención de información mediante entrevistas y encuestas.

En la segunda parte se explica el desarrollo del trabajo de tesis, en el cual se habla de la selección del sistema mecánico en el cual se procede a realizar cálculos, revisión de guías y folletos que permitan seleccionar un sistema que se adapte a las necesidades de restricción del



mismo, de igual manera se realiza la investigación de los diferentes tipos de sistemas de validación para el acceso vehicular .

En la tercera parte se especifica los resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones , los cuales permiten analizar y evaluar el proyecto de tesis de acuerdo a los objetivos planteados.

Por último, se encuentra la sección de anexos en la cual se puede encontrar todas las tablas, figuras e información utilizada y desarrollada para el proyecto de tesis.

Los objetivos planteados para este proyecto son los siguientes:

Objetivo general. Diseñar un sistema de restricción vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa.

Objetivos específicos.

Identificar las necesidades de accesos vehicular en el campus.

Determinar un sistema mecánico que cumplan con las necesidades de restricción de acceso.

Establecer un sistema de validación del acceso de vehículos autorizados.

Desarrollar un prototipo de sistema de restricción de acceso vehicular

## **4. Marco teórico**

### **4.1. Generalidades**

El avance de la tecnología en la actualidad proporciona diversas herramientas que, por un lado, permiten solucionar problemas que antes hubieran sido imposibles de resolver y, en otros casos, permiten resolverlos de una manera más sencilla.

Para poder abordar el tema de un sistema de control de acceso, se debe conocer los dispositivos que se encuentran interrelacionados dentro de éste, como son los sensores, controladores y finalmente los actuadores.

El asunto de estudio que se presenta en la presente tesis consiste en un prototipo de sistema de control de acceso vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria, el cual debe cumplir con los requerimientos de los usuarios de la zona.

En este contexto, se realizará un estudio de las tecnologías utilizadas en este tipo de sistema para poder tener una visión clara de las alternativas por las que se puede optar.

### **4.2. Sistemas de control de acceso**

Los sistemas de control de acceso son la tecnología con más demanda en el mercado actual, hemos migrado de sistemas mecánicos y con personal especializado, a tener procesos de control de entrada y salida completamente automatizados con diferentes tipos de tecnologías y dispositivos. Es importante realizar un estudio adecuado, segmentando las zonas, los grupos de acceso, los horarios permitidos, el nivel de acceso de cada usuario, medir la cantidad de personas o carros que transitan por cada zona y establecer claramente los objetivos de cada control de acceso. (Montoya & Londoño, 2016)

Es importante el estudio y diseño previo a cualquier instalación y puesta en marcha de un proyecto de seguridad y control de acceso. Una adecuada integración de los dispositivos electrónicos con los dispositivos electromecánicos permitirá incluso reducir drásticamente los costos de personal y totales del proyecto, haciendo incluso que un sistema de control de accesos se pueda pagar literalmente solo en un tiempo muy corto. (CENSELC, 2019)

Beneficio

- Control de entradas y salidas
- Mayor seguridad y control del público

- Ahorro en costos de personal
- Capacidad de diferir pagos del costo del proyecto
- Rápido retorno de la inversión
- Disminución en tiempo de registro
- Mejoramiento en la productividad del personal
- Permitir/restringir la apertura de puertas
- Valorización monetaria de la edificación
- Valor agregado en modernización

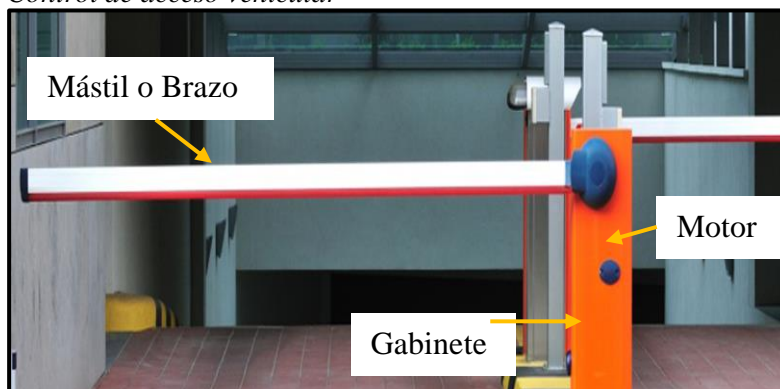
### 4.3. Control de acceso vehicular

Sistema de control de acceso vehicular permite tener el control de acceso de los vehículos en un área pública o privada, asegurando así el paso a los vehículos permitidos y restringiendo a los vehículos que no están autorizados. Estos sistemas son requeridos por organizaciones privadas y públicas como viviendas, hoteles, clubes privados, entre otros. Existen varias soluciones tecnológicas para habilitar el ingreso, como recogimiento de placas, identificación por RFID ,sistemas de tickets, entre otros. (Vásquez & Melo, 2018)

Desde hace años en la historia se ha controlado el ingreso y salida de personas y vehículos a diferentes instituciones como podemos apreciar figura 1, para evitar accesos no permitidos.

**Figura 1**

*Control de acceso vehicular*



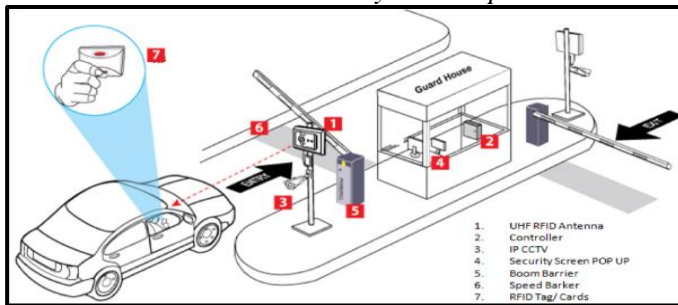
*Nota.* Se observa las partes del sistema de barreras vehiculares

**Fuente:** (Syscom, 2019)

Las técnicas de control de acceso han evolucionado coherentemente con la tecnología digital ; en el pasado para registrar el ingreso-salida de una persona a una empresa, se realizaba con papel, y generalmente se tenía que poner a una persona que se encargue del registro; ese sistema ha cambiado. En la actualidad, el registro de personal de las empresas se hace a través

de equipos digitales que hacen reconocimiento biométrico para registrar al personal. Uno de los sistemas de registro más comunes es el de la huella digital, el personal de la empresa solo tiene que acercar el dedo a la máquina de registros al momento de entrar y salir, y todo lo demás lo realiza el software instalado en él, como podemos apreciar figura 2. (Fernández Paucar & Quinatoa Alomoto, 2017)

**Figura 2**  
*Sistemas de control de accesos y sus componentes.*



*Nota . Se observa el funcionamiento de los componentes de un control de acceso.*

**Fuente:** (Syscom, 2019)

#### **4.3.1. Tipos de sistemas de acceso vehicular**

##### **Control biométrico.**

Para los sistemas de control de acceso vehicular es posible utilizar lectores biométricos, tarjetas de control, claves y combinaciones. Estos sistemas biométricos pueden ser instalados estratégicamente teniendo en cuenta el fácil posicionamiento de cada vehículo y el diseño de la instalación. En efecto, realizamos el diseño del pedestal personalizado para cada instalación teniendo en cuenta factores de accesibilidad, exposición a la lluvia y al sol, protección del mismo dispositivo y facilidad en la autenticación de cada usuario como podemos apreciar figura 3. Cada sistema biométrico se comunica con el software de gestión para tener un control de accesos vehicular completo con todas las funcionalidades. (ZKteco, 2022)

**Figura 3**  
*Diferentes modelos de controles biométricos*



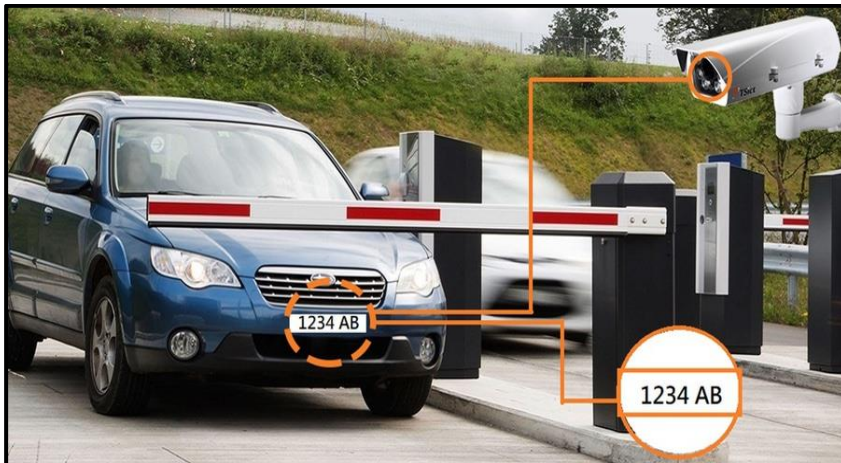
**Fuente:** (ZKteco, 2022)

## Reconocimiento de placas.

El sistema de reconocimiento de placas es una solución de avanzada para un control de accesos vehicular donde las exigencias de seguridad sean máximas. El reconocimiento de matrículas se hace de forma automática sin necesidad de un operario. Nuestro sistema tiene en cuenta los diferentes niveles de luminosidad que se puedan presentar a diferentes horas del día, los diferentes posicionamientos de los carros, condiciones de intemperie, deterioro de las placas, diferentes alturas y en general todas las variables que puede presentar el sistema. Las cámaras de alta resolución con visión artificial se complementan al software de gestión y a los sistemas electromecánicos para poder realizar un acceso vehicular seguro, personalizado y de acuerdo a las necesidades específicas del proyecto como podemos apreciar figura 4. Es posible asociar el sistema a un generador de tickets o un lector de huella dactilar del conductor para una mayor seguridad. (Caceres, 2021)

### Figura 4

*Reconocimiento de matrículas.*



**Fuente:** (Gabriela, 2020)

## Acceso vehicular RFID identificación por radio frecuencia.

Nuestra solución RFID realiza una identificación del vehículo por radiofrecuencia, esto quiere decir que no hay necesidad de bajarse del carro o sacar la mano por la ventana para autenticarse o entregar dinero a una operadora. Una antena ubicada estratégicamente lee el TAG o etiqueta que se encuentra en el vehículo. Nuestro sistema de control de accesos vehicular basado en RFID permite un acceso vehicular al mismo tiempo que acciona los sistemas electromecánicos, de esta forma el conductor no tiene que detenerse como podemos apreciar figura 5. Es un sistema muy eficiente para lugares en los cuales no es necesaria la identificación del conductor y la asociación del mismo con el carro. Sin embargo, si es posible identificar el

carro y para soluciones en peajes se puede saber el saldo con el que cuenta el TAG para permitir el paso automático o negarlo. (CENSELC, 2019)

### **Figura 5**

*Identificación por radiofrecuencia.*



**Fuente:** (NUO, 2021)

## **4.4. Sistemas mecánicos**

Los sistemas mecánicos son aquellos sistemas formados por dispositivos, elementos o componentes que cumplen la función principal de transmitir energía a través del movimiento de las fuentes que sirven para generarla. Todo sistema posee distintas partes móviles que, al moverse, producen ventajas mecánicas. Un ejemplo de esto puede ser el movimiento que se realiza cuando manejamos un vehículo o giramos una manivela para poder activar algún mecanismo.

### ***4.4.1. Funcionamiento de los sistemas mecánicos***

Para comprender los sistemas mecánicos y distintos mecanismos que se desencadenan es necesario conocer que éstos están compuestos por al menos tres grandes elementos:

#### **Sistema receptor (o de salida).**

El sistema receptor, a veces llamado sistema de salida, recibe el cambio que ha sido producido por el bloque transmisor y, por lo tanto, recibe las fuerzas y el movimiento, llevando adelante el trabajo para el que fue diseñado e inventado el sistema mecánico que se está utilizando. (Caceres, 2021)

### **Bloque transmisor.**

Dentro de este bloque se encuentra el sistema necesario para poder interpretar al bloque motriz y así convertir el movimiento de entrada en un movimiento de salida. De cierta manera, este bloque es el encargado de transferir las fuerzas y el movimiento hasta el sistema de salida.

### **Bloque motriz.**

Este tipo de bloque o elemento es el encargado de poner en funcionamiento el sistema mecánico. Para esto se vale de cualquier fuente de energía, como puede ser el viento, una reacción química, el agua, algún dispositivo eléctrico e incluso el esfuerzo humano.

#### ***4.4.2. Características de los sistemas mecánicos***

Los sistemas mecánicos presentan ciertas características que los definen y los diferencian de otros sistemas. Estos son:

- Los sistemas mecánicos se valen de distintos elementos para poder transferir o transmitir un movimiento.
- La mayor cantidad de los sistemas mecánicos son activados por motores de combustión interna.
- Los sistemas mecánicos se caracterizan por ser elementos sólidos cuya función principal es realizar movimientos por acción o efecto de una o distintas fuerzas.
- Para que el movimiento adquiriera una intensidad y dirección es preciso cambiar la dirección y aumentar la intensidad de los sistemas mecánicos a través de diversos mecanismos.
- Los sistemas mecánicos usualmente se encuentran ligados a los sistemas eléctricos y se valen de éstos para poder producir un movimiento.
- El movimiento generado por los sistemas mecánicos suele ser lineal o circular

#### **4.5. Servo mecanismos**

Es un motor de CC normal con servo controladores y cajas de cambios incorporados. La base de su funcionamiento se basa en un sistema de retroalimentación en el que se ingresa la señal de salida, que es una posición, velocidad, aceleración o desplazamiento dados. El

elemento de corrección y el amplificador transforman los datos en el elemento ejecutivo – un actuador o un motor eléctrico. (TME, 2020)

**Figura 6**  
*Diferentes tipos de Servomotores*



Fuente: (TME, 2020)

#### 4.6. Servomotores

Según Castro, et al., (2010) “Un servomotor es un motor eléctrico que consta con la capacidad de ser controlado, tanto en velocidad como en posición.”

Un servomecanismo es un actuador mecánico, generalmente un motor, aunque no exclusivamente, que posee los suficientes elementos de control como para que se puedan monitorizar los parámetros de su actuación mecánica, como su posición, velocidad, torque, etc. Pero aun así se lo sigue llamando "servo" a aquellos motores con reducción y control de posición que se utilizan extensivamente en modelismo, para efectivizar los movimientos controlados por radio. figura 7 varias clases de servo-motor.

**Figura 7**  
*Tipos de servo motores*



Fuente: (Castro, et al., 2010)

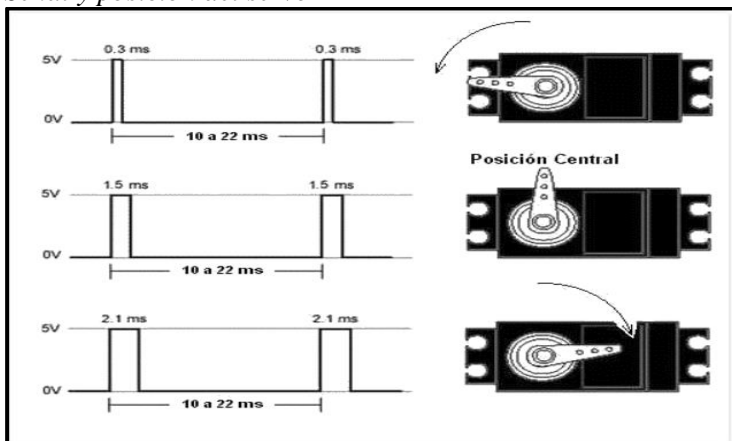


#### 4.7. Servo analógico para modelismo.

Estos servomotores se componen, en esencia, de un motor de corriente continua, un juego de engranajes para la reducción de velocidad, un potenciómetro ubicado sobre el eje de salida (que se usa para conocer la posición) y una plaqueta de circuito para el control.

Los servos que se usan en modelismo son de este tipo, por lo general poseen un motor de CC, que gira a velocidad alta, una serie de engranajes para producir la reducción de velocidad de giro y acrecentar su capacidad de torque, un potenciómetro conectado al eje de salida (que es ni más ni menos que el encoder) y un circuito de control de la realimentación. Generalmente el rango de giro de un servo de éstos cubre entre 90° y 180° de la circunferencia total, o un poco más, según la marca y modelo.

**Figura 8**  
*Señal y posición del servo*



**Fuente:** (Carletti, 2019)

#### 4.8. Servo digital para modelismo.

Los servos digitales tienen, al igual que los analógicos, un motor de corriente continua, un juego de engranajes reductores, un potenciómetro para la realimentación de posición y una electrónica de control embebida dentro del servo. La diferencia está en la placa de control, en la que han agregado un microprocesador que se hace cargo de analizar la señal, procesarla y controlar el motor. La diferencia más grande de rendimiento está en la velocidad a la que reacciona el servo a un cambio en la señal. En un mismo lapso, el servo digital puede recibir cinco o seis veces más pulsos de control que un analógico. Como resultado la respuesta del servo a un cambio en la orden de posición es mucho más veloz. Este ritmo mayor de pulsos

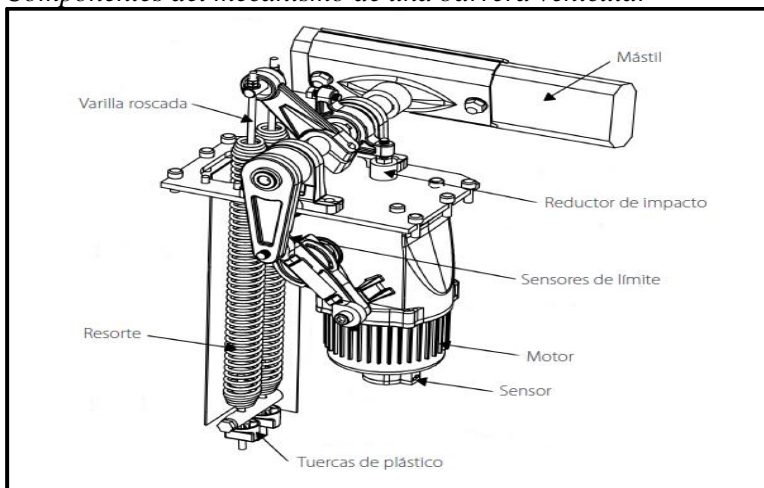
también produce mejoras en el rendimiento electromecánico del motor (mayor velocidad y más fuerza). (Carletti, 2019)

#### 4.9. Servomecanismo de barreras vehiculares

Los servomecanismos, se encargan principalmente de los movimientos, son servomotores con motores paso a paso, a corriente continua, los que pueden formar parte de una torre que esta a su vez impulsa el mecanismo para que una baranda o barrera vehicular suba o baje, es decir tenga un movimiento. Reciben los impulsos eléctricos del control, y le transmiten un determinado número de rotaciones o inclusive una fracción de rotación a los engranajes que trasladarán la barrera de un estado inicial horizontal hacia un estado final, vertical, deteniéndose por cuestión de segundos o minutos eso dependerá de otro dispositivo como lo es un temporizador, allí se puede configurar el tiempo en que debe estar en posición vertical la barrera o baranda hasta que finalmente vuelva al estado de inicio. En los servomotores con motores de corriente continua, cuando varía la tensión, varía proporcionalmente la velocidad de giro del motor. En el caso de los fabricantes ellos prefieren motores de corriente alterna para manejar las barreras vehiculares, muchos poseen energización de 220 voltios.

**Figura 9**

*Componentes del mecanismo de una barrera vehicular*



**Fuente:** (Manual ZKteco,2018)

**Sensor:** Colocado en la parte inferior del motor. Es utilizado para detectar si durante el ciclo de cierre, el mástil golpea con algún obstáculo, en ese caso, el mástil será levantado automáticamente.

**Motor:** Motor de corriente alterna.

**Sensores de límite:** Conectado al puerto de sensores de límite en el cuadro de mando. Establecen el límite de carrera en apertura y cierre de la barrera.

**Reductor de impacto:** Una goma de gel es utilizada para absorber la fuerza de impacto de la barrera al finalizar el proceso de apertura y cierre.

**Resorte:** Se utiliza para balancear el peso del mástil. Por ejemplo, si el mástil es muy largo, es posible que requiera mucha tensión en ambos resortes. Pero si por el contrario, el mástil es muy corto, es posible que solo requiera un resorte para balancear el peso.

## **Análisis vehicular a través de imágenes**

### **4.10. Inteligencia artificial**

Se define a la inteligencia artificial (IA) como la capacidad de una máquina para usar algoritmos que simulen funciones cognitivas como el aprendizaje y la toma de decisiones mediante el análisis y procesamiento de la información proporcionada (Rouhiainen, 2018). En este sentido, las metodologías deben ser procesos autónomos capaces de minimizar aquellos errores que un humano podría cometer.

De acuerdo con **Delgado (1997)**, para alcanzar los objetivos y el carácter deseado de una IA, se debe contar con un ordenador capaz de simular conductas y tareas humanas para lo cual es necesario un estudio de la naturaleza tanto de la mente humana como del ordenador.

Algunos de los campos de aplicación de la IA son (Rouhiainen, 2018)

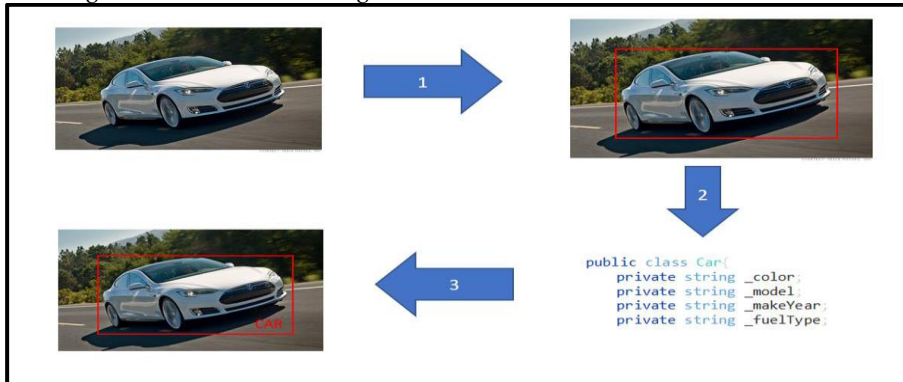
- El reconocimiento de imágenes, clasificación y etiquetado.
- El mejoramiento del desempeño de la estrategia algorítmica comercial.
- Procesamiento eficiente y estable de datos de pacientes.
- El mantenimiento predictivo.
- La distribución de contenido en redes sociales.
- La protección de amenazas de seguridad cibernética.

### **4.11. Visión por computadora**

La visión por computadora es un campo de estudio de la inteligencia artificial, que permite a los ordenadores y sistemas obtener información significativa de imágenes digitales, videos u otras fuentes visuales, y tomar acciones a hacer recomendaciones sobre la información recibida (IBM, 2016). En la actualidad, los avances conseguidos en el desarrollo de la visión por computadora han permitido crear nuevas disciplinas como el procesamiento de documentos o texto, sensores remotos, radiología, microscopia, inspecciones industriales y guía de robots

La estructura de un sistema de reconocimiento de objetos mediante imágenes estáticas se describe en la figura 10, donde se observa la entrada de una imagen de un vehículo, el cual pasará por un proceso de (1) segmentación, (2) etiquetado, (3) emparejamiento de modelo (P.O.O), cuyo resultado será el reconocimiento y la descripción del objeto.

**Figura 10**  
*Paradigma de análisis de imágenes 2D*



**Fuente:** (Rouhiainen, 2018)

#### 4.12. Sistemas de identificación para control de acceso vehicular

Los dos métodos de identificación más usados en control de acceso vehicular son:

##### 4.12.1. Control por RFID

Por lo general, estos sistemas utilizan una etiqueta de identificación adherida al parabrisas del vehículo, cuando el vehículo se acerca a un punto de control, los lectores remotos de RFID analizan si la información de identificación del vehículo es válida y está registrada en la base de datos como un vehículo autorizado. El sistema envía una señal de activación para controlar las barreras o puertas, haciendo que se abran cuando el vehículo ingresa al área de detección ver figura 11 , optimizando el proceso de validación y entrada sin demoras ni tiempos de espera innecesarios.

**Figura 11**  
*Lectora RFID*



**Fuente:** (Campo, 2020)

#### ***4.12.2. Control empleando LPR***

Los sistemas LPR son sistemas ampliamente usados por su facilidad de implementación. La función de análisis de video puede estar alojada en la cámara y/o en un servidor de aplicaciones, en donde hay una base de datos que contiene la información de las placas de los vehículos, persona asociada al vehículo y demás datos de usuario que el cliente podría requerir como ejemplo: listas negras, caducidad de la credencial, horarios en los que se permite tránsito de vehículos, entre otros.

Del mismo modo que se implementan soluciones de control de aforo de personas también se pueden implementar control de aforo para vehículos en sitios de parqueo con o sin gestión de cobro ya sea por mecanismos de control de acceso y/o de CCTV, este sistema también se puede integrar en proyectos con VMS o BMS. (Caceres, 2021)

**Figura 12**  
*Control empleando LPR*



**Fuente:** (Campo, 2020)

#### **4.13. Detección de placas vehiculares**

LPR, es un método de vigilancia en masa que permite detectar dentro de una imagen a la placa de un auto y posteriormente utilizando reconocimiento óptico de caracteres (OCR) determinar cada uno de los alfanuméricos que componen a dicha matrícula, de tal modo que esta información pueda ser usada con algún fin.

##### ***4.13.1. Procesamiento de imágenes binarias***

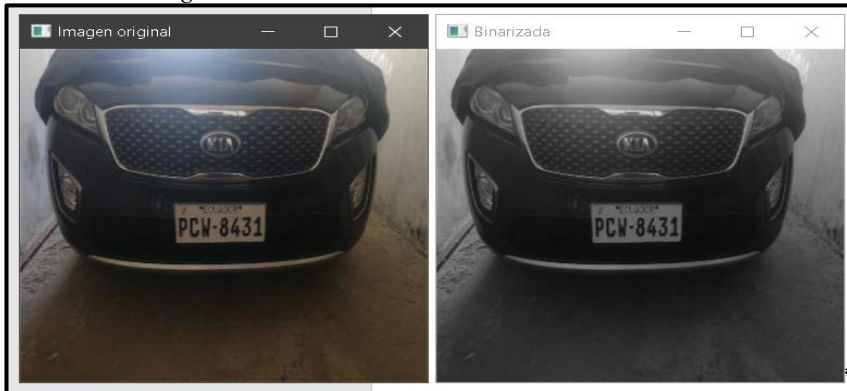
La mayor parte de los algoritmos para reconocer escritura están escritos a partir de imágenes binarias, por lo que se hace conveniente el paso de una imagen en niveles de gris (o

color) a una binaria como se observa en la figura 14, además esto permite reducir el volumen de los datos a tratar.

La binarización de una imagen digital consiste en convertir la imagen digital en una imagen en blanco y negro, de tal manera que se preserven las propiedades esenciales de la imagen. Uno de los métodos para poder binarizar una imagen digital es mediante el histograma de dicha imagen. A través del histograma obtenemos una gráfica donde se muestran el número de píxeles por cada nivel de gris que aparecen en la imagen. Para binarizar la imagen, se deberá elegir un valor adecuado dentro de los niveles de grises (umbral), de tal forma que el histograma forme un valle en ese nivel. Todos los niveles de grises menores al umbral calculado se convertirán en negro y todos los mayores en blanco.

**Figura 13**

*Proceso de Imágenes Binarizadas.*



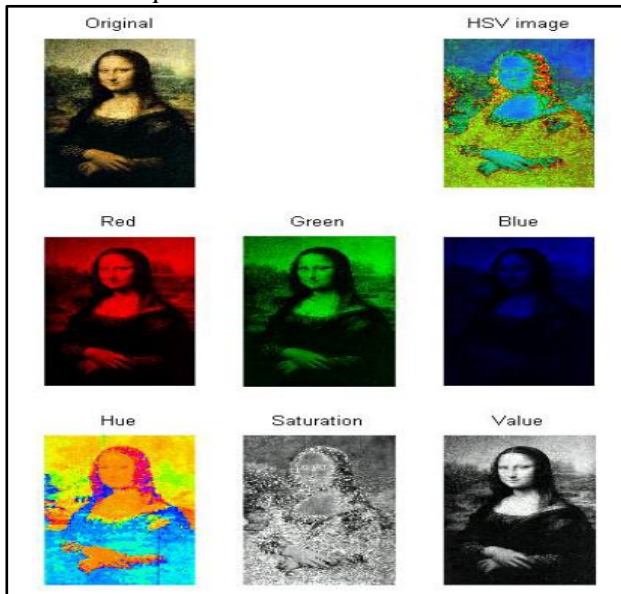
**Fuente:** Autor

#### ***4.13.2. Procesamiento de color***

En la literatura, se proponen muchos métodos de tratamiento basados en el color para la localización automática de la placa vehicular. Entre ellos, técnicas que hacen uso de la apariencia de la placa como el fondo y el color del texto especificado en cada país. Por otro lado, las soluciones actualmente disponibles no proporcionan un alto grado de precisión en escenarios naturales, ya que el color no es estable cuando las condiciones de iluminación cambian. Además, como estos métodos se basan en el color figura 14, servirían de manera específica para ciertos países lo que los hace menos atractivos en el contexto de este proyecto.

**Figura 14**

*Métodos de procesamientos de color*



*Nota.* Se observa que a partir de una imagen original se puede realizar el procesamiento de la misma mediante diferentes métodos para la obtención de un color en específico.

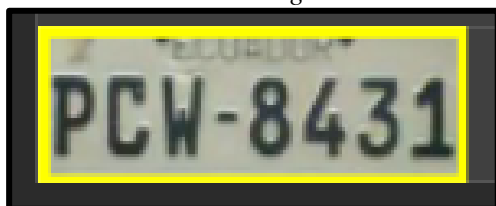
**Fuente:** (González & Wood)

#### **4.14. Técnicas de reconocimientos de caracteres**

Una vez conocida la ubicación de la placa vehicular dentro de la imagen provista, sin importar el método o técnica que se haya usado para ello, se procede al reconocimiento de los caracteres contenidos dentro de dicha matrícula, puesto que lo obtenido no representa datos utilizables en sí.

**Figura 15**

*Placa vehicular sub imagen obtenida tras usar técnicas de detección.*



**Fuente:** Autor

El reconocimiento de caracteres no es una tarea sencilla, existen varios algoritmos y técnicas para ello, Antes de reconocer un carácter o un texto, es necesario localizarlo en el espacio con el que se trabaja, es decir segmentar las áreas que son de interés la segmentación suele ser dificultosa ya que en ciertos casos no es fácil definir dónde comienza y dónde termina un carácter, o si un carácter tiene los suficientes detalles para distinguirlo como tal, además se debe considerar el orden en el que se realizará el reconocimiento.

En las matrículas o placas vehiculares de Ecuador se pueden distinguir 2 categorías, muy notables por sus dimensiones y número de caracteres en función del año en el que fueron otorgadas a los vehículos. Según esta distinción, se ha establecido las siguientes denominaciones:

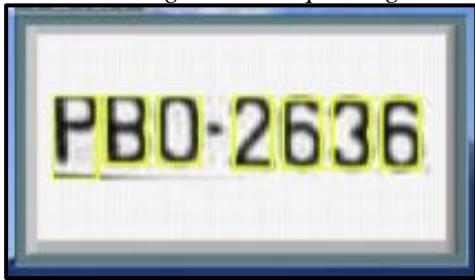
- Placas modernas: con dimensiones de 15cm por 40cm y 7 caracteres de identificación.
- Placas tradicionales con dimensiones de 30cm por 15cm y 6 caracteres de identificación.
- Placas de motocicletas: con dimensiones de 19cm por 15cm y 6 caracteres de identificación.

Considerando la geometría normalizada en cada país, la segmentación en las placas vehiculares se simplifica en cierta medida al hacer uso de aspectos naturales como:

1. Los caracteres de identificación son de dimensiones similares
2. Los caracteres pertenecen a una misma fuente o estilo de letra
3. El orden de lectura es de izquierda a derecha
4. Los caracteres de identificación se ubican en un solo renglón (aunque en el caso de las motos se usan dos).

**Figura 16**

*Caracteres segmentados que luego serán reconocidos con OCR.*



**Fuente:** (Tasiguano & Luis, 2018)

#### ***4.14.1. Reconocimiento en base a características***

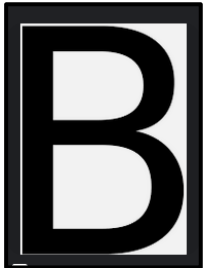
Esta técnica se realiza extrayendo características significativas de un carácter de entrada. Dichas características son comparadas con una base de datos contenedora de descripciones de características para todas las posibles entradas y pueden ser de varios tipos, como se menciona en (Setchell, 1997):



- Características producidas por transformadas globales o series de expansión. Reducen la dimensionalidad del vector de características y no varían demasiado en traducción, escala o rotación. Son usadas las series de fourier, haar o transformadas de hough
- Características provenientes de la distribución estadística de puntos.
- Incluyen entre algunos ejemplos momentos, zoning (extracción de características por zonas), n-tuplas, ate. Las cuales no varían mucho en traducción o rotación incluso con fuentes distintas.
- Características geométricas y topológicas Son altamente no variantes con diferentes fuentes y no toman en cuenta rotaciones o traslaciones. Las más comunes usan carreras y bahías (strokes and bays), intersección de líneas, relación de ángulos entre líneas.

**Figura 17**

*Reconocimiento usando características geométricas y topológicas*



**Fuente:** (Setchell, 1997)

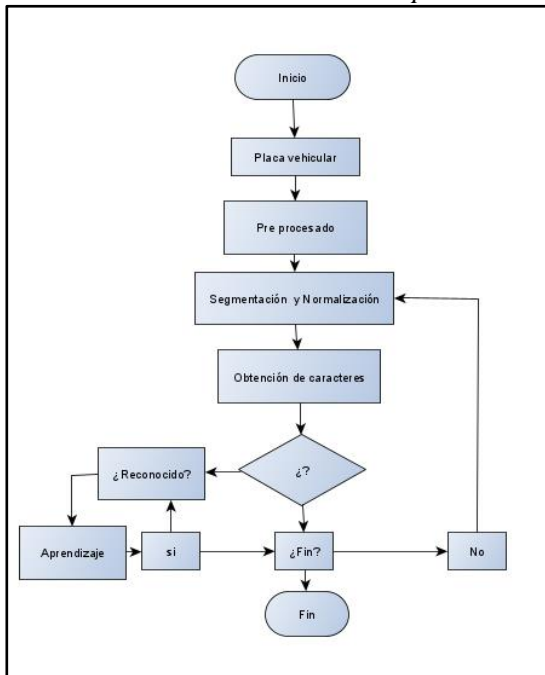
#### ***4.14.2. Árboles de decisión***

Es una técnica de minería de datos y su aprendizaje es inductivo y no supervisado. Los patrones o atributos a evaluar de un carácter de entrada son los nodos del árbol, mientras que los resultados son las hojas terminadas la construcción del árbol y su estructura, y si estas son eficientes, la técnica puede llegar a ser más efectiva en costo computacional que K-NN, según se explica en (Fernández y Consuegra, 2005).

Se debe recalcar que es necesario detallar la manera en la que se recorrerá y también que se pueden implementar algoritmos de poda con el objetivo de reducir la complejidad y realizar una búsqueda más rápida. De igual manera se pueden agregar nuevas hojas para incrementar la precisión del reconocimiento.

**Figura 18**

*Recorrido de un árbol de decisión por OCR.*



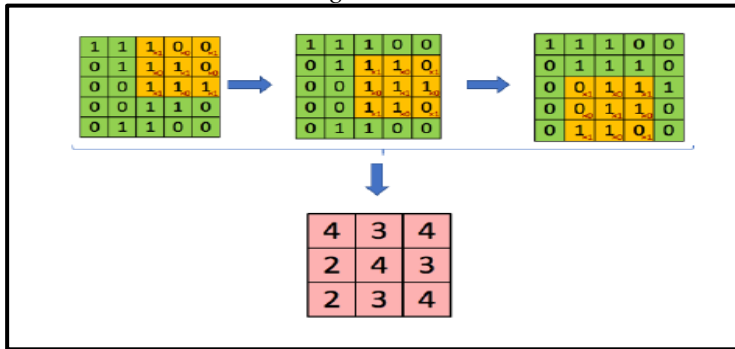
**Fuente:** Autor

#### **4.14.3. Open CV**

Open CV comenzó como un proyecto de investigación de Intel en 1999. Hoy en día se ha convertido en la librería más grande de visión por computadora “open source” disponible en el mercado. Nació de la necesidad de disponer de un paquete de herramientas para visión y procesamiento de imágenes flexible para alto nivel; está escrito en C++ y maneja interfaces en lenguajes como Python, C++ y Java, lo que permite su sencilla integración con varios sistemas, a la vez que despliega el uso de sus más de 2500 unidades, para tratamiento de imágenes y video, entre ellos algunos con manejo de machine learning y visión artificial (García, 2013).

Dentro de visión artificial se define el concepto de un núcleo (Kernel), el cual es una matriz utilizada para realizar operaciones matemáticas sobre cada píxel de la imagen, que toma en cuenta el ancho y la altura relativa de la imagen original, así como un punto de anclaje para moverse alrededor de ella, y así generar una convolución. Esto se aprecia en la figura 19 (Open CV, 2021).

**Figura 19**  
*Convolución sobre una imagen*



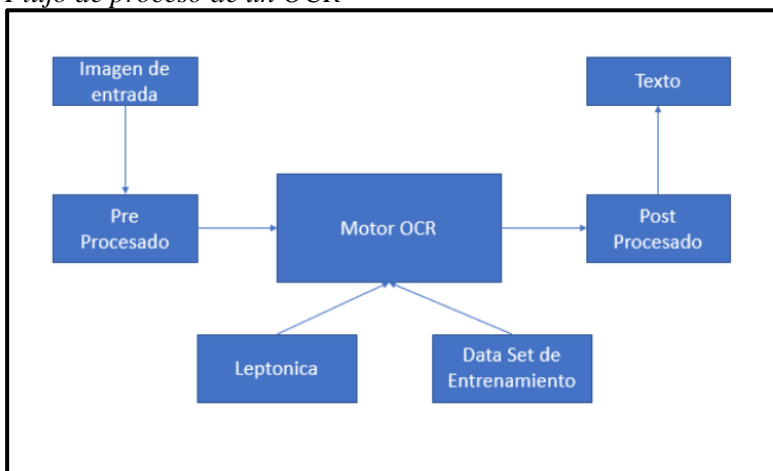
**Fuente:** (Open CV, 2021)

Es mediante este proceso que Open CV permite aplicar distintos filtros a la imagen a fin de detectar contornos, bordes u objetos y diferenciarlos de su fondo. Dentro de este proceso existen algoritmos que permiten cambiar el espacio de color y remover el fondo de una imagen, para que los procesos de “Machine Learning” reconozcan con mayor facilidad patrones o rasgos que mejoren sus resultados en procesos de detección de objetos (Akshayan, Vishnu Prashad, Soundarya, Malarvezhi, & Dayana, 2018).

#### **4.14.4. Reconocimiento óptico de caracteres**

Un OCR es un sistema que permite realizar reconocimiento de texto en imágenes, documentos escaneados o texto escrito a mano. A lo largo del tiempo se han presentado distintas soluciones y motores OCR que no requieren de entrenamiento y trabajan con varios tipos de fuentes (Tech target Contributor, 2019). Como se observa en la figura 20 a continuación, describe el flujo de proceso de un OCR de forma general.

**Figura 20**  
*Flujo de proceso de un OCR*



**Fuente:** (Tech target Contributor, 2019).

#### 4.14.5. Tesseract

Tesseract es un motor OCR open-source desarrollado por HP4 entre los años 1984 y 1994. Nació como un proyecto de tesis doctoral de investigación en los laboratorios HP, en Bristol, y ganó fama al ser un posible "add-on" para la línea HP de scanners. Existía una gran motivación en su desarrollo por el hecho de que en aquellos días los motores OCR estaban en plena infancia. Después de trabajar en un proyecto conjunto de los laboratorios HP en Bristol y la división de scanners HP en Colorado, Tesseract tuvo un incremento significativo en precisión frente a OCR's comerciales. En 1995 fue enviado a UNLV (University of Nevada, Las Vegas) para el concurso "Annual Test of OCR Accuracy" en el que probó su eficacia frente a los motores OCR de aquella época (Smith, 2007). En 2005 HP liberó Tesseract como código abierto (open source), por lo que hoy en día se constituye como una solución ampliamente usada en diversos servicios de OCR en la web y muchas otras aplicaciones.

#### Figura 21

*Placa segmentada lista para el reconocimiento mediante Tesseract.*



**Fuente:** Autor

En el sistema propuesto en este proyecto, se utiliza Tesseract como uno de los métodos de reconocimiento de caracteres. La figura 21 presenta un ejemplo de placa que será reconocida, en la que se puede observar la ausencia de bordes de la placa, y otras características no necesarias como la palabra "Ecuador" (usualmente presente en las placas vehiculares ecuatorianas). Se procura enviar la imagen al API de Tesseract lo más limpia posible, es decir sin detalles no necesarios, ya que pueden causar resultados menos precisos en el reconocimiento.

## 5. Metodología

### 5.1. Métodos

Previo a la preposición de los objetivos específicos se efectuó la investigación exhaustiva en documentos específicos, sobre las generalidades de los sistemas de restricción vehicular ,sobre su funcionamiento tipos de acceso de control los sistemas de validación para el personal autorizado .Explicado lo anterior se propuso los siguientes objetivos específicos con sus respectivas metodologías.

#### 5.1.1. Identificar las necesidades de accesos vehicular en el campus.

En base a la investigación previa, lo conveniente para el desarrollo del objetivo fue el plantear las siguientes actividades , la visita al acceso 8 de la ciudad universitaria para determinar e identificar las necesidades y los parámetros para el prototipo de diseño del sistema de acceso vehicular, tomando en cuenta diferentes puntos que se presenta a continuación:

- La zona donde está ubicado el acceso 8 UNL.

#### Figura 22

Ubicación del acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa



*Nota.* El acceso 8 permite el paso a las instalaciones de la Facultad de la Energía, edificio central de la MED (Modalidad de Educación a Distancia ) y al Salón Cultural de Bienestar estudiantil.

**Fuente:** Google maps (s.f).

Se llevo a cabo un trabajo de campo donde mediante una observación visual directa y con respaldo de fotografías se describe los factores que intervienen en el funcionamiento del sistema empleado actualmente, como lo son: la infraestructura, el sistema en sí y el personal encargado del control del acceso.

- Sistema de control de acceso empleado actualmente se muestra en la figura 23 con sus diferentes componentes descritos a continuación .

**Figura 23**

*Sistema de control de acceso empleado.*



*Nota.* El sistema cuenta con un mástil para la restricción vehicular y para el funcionamiento se lo realiza mediante un control remoto manipulable. En la tabla 1 se describe los componentes internos.

**Tabla 1.**

*Componentes internos de la barrera vehicular.*

	Descripción
Motor 230 V~	Motor de corriente alterna
Mástil	La longitud del mástil es de 4 metro
Desbloqueo de llave	Elemento que permite el acceso a sus componentes internos
Resorte gris	Elemento elástico capaz de almacenar energía y desprenderla, ayuda a la estabilidad del mástil.
Cuadro electrónico	Cuadro de mando para configuración del sistema
Finales de carrera	Sensores que controlan la velocidad de apertura y cierre

*Nota.* Datos tomados del manual de instalación (ZKteco, 2022)

**Adaptado:** Diego Fernando Quilli Quezada

- Personal encargado del control de acceso vehicular

El personal encargado del control del acceso 8 es una empresa privada de seguridad contrata por la Universidad Nacional de Loja. Al realizar la entrevista al personal encargado se obtuvo información sobre el funcionamiento del sistema empleado, el tipo de registro al ingresar los autos, sobre las deficiencias del sistema y requerimientos para el mejoramiento del mismo.

## Figura 24

*Entrevista al personal encargado del control*



**Fuente:** Autor

Con la información obtenida por parte del personal de seguridad, se realiza la encuesta para determinar las necesidades del acceso vehicular, dirigida para docentes, administrativos y estudiantes las preguntas se observan en el ( Anexo 1), con la finalidad de obtener información en tres puntos importantes:

- Sobre la implementación de estos sistemas de automatización en el campus.
- Sobre las deficiencias del sistema actual
- Sobre el funcionamiento del sistema de validación si necesita innovarlo.

Compilación de la información y detallar las necesidades del acceso al campus.

### ***5.1.2. Determinar un sistema mecánico que cumplan con las necesidades de restricción del acceso vehicular.***

Para dar cumplimiento al segundo objetivo se desarrollaron tres etapas :

Etapa 1 : Se ejecutó la investigación sobre los sistemas mecánicos que se utilizan para la restricción o bloqueo vehicular en la actualidad siendo los siguientes:

- Talanqueras o barreras vehiculares
- Portones mecanizados
- Bolardos automáticos

Para el cumplimiento de esta etapa se realizó la justificación de la selección del sistema mecánico, de acuerdo a las necesidades obtenidas en el primer objetivo son:

- Restringir dos carriles cada uno con medidas de 3 metros uno de entrada y salida
- Controlar el flujo ya sea de entrada o de salida del acceso 8 ya que cuenta con un estacionamiento con capacidad de 60 a 70 vehículos.
- El sistema tiene que ser de uso intensivo para realizar 250-300 ciclos entre ingresos y

saldas al día.

Obteniendo que las barreras de estacionamiento las utilizan para integrar con los controles de accesos vehicular para un correcto manejo del flujo vehicular en un determinado parqueadero como se muestra en la figura 25. Las barreras vehiculares cuentan con sistemas de anti-aplastamiento que impiden que un vehículo sea golpeado en caso de no avanzar rápidamente en la zona de accionamiento.

**Figura 25**

*Barrera de restricción vehicular*

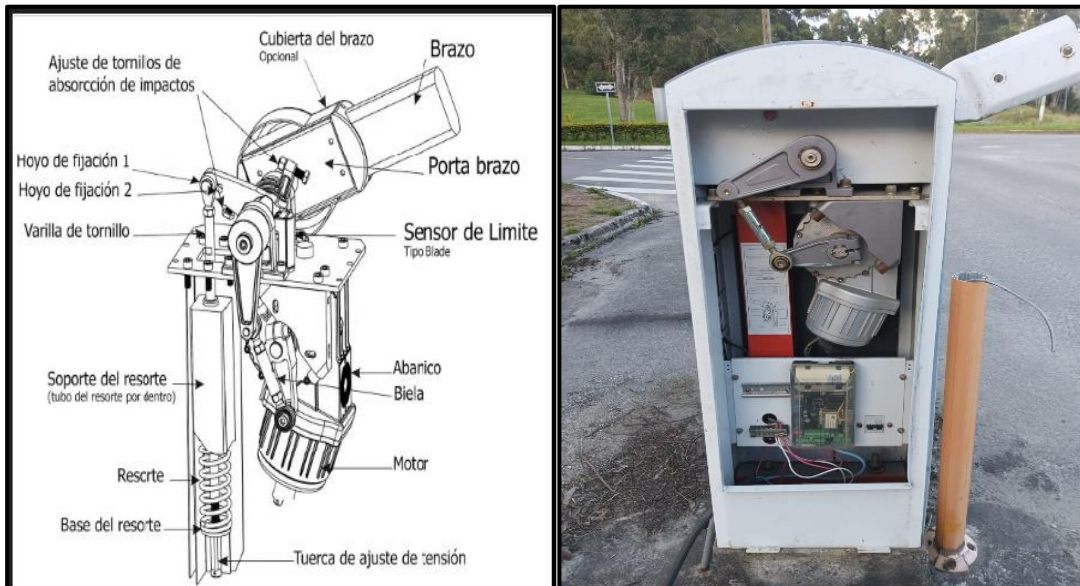


**Fuente:** (Parking Chile Spa, 2020)

Etap 2: Determinado el sistema mecánico se analizó la composición y los elementos que forman el sistema como se observa en la figura 26.

**Figura 26**

*Partes del sistema mecánico de una barra vehicular*



*Nota.* Se observa una imagen de la composición interna de la barrera vehiculares tanto física y gráfica.

**Fuente:**(Manual Marca FACC).



**Tabla 2.***Descripción del sistema mecánico de una barrera vehicular*

<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Mástil</b>	Barra fabricada en materiales como acero, aluminio o madera. Colocado en la parte inferior del motor. Es utilizado para detectar si durante el ciclo de cierre, el mástil golpea con algún obstáculo, en ese caso, el mástil será levantado automáticamente.
<b>Sensor</b>	
<b>Motor</b>	Motor de corriente alterna.
<b>Reductor de impacto</b>	Una goma de gel es utilizada para absorber la fuerza de impacto de la barrera al finalizar el proceso de apertura y cierre.
<b>Resorte o muelle</b>	Se utiliza para balancear el peso del mástil. Por ejemplo, si el mástil es muy largo, es posible que requiera mucha tensión en ambos resortes. Pero si por el contrario, el mástil es muy corto, es posible que solo requiera un resorte para balancear el peso.
<b>Sensores de límite</b>	Conectado al puerto de sensores de límite en el cuadro de mando. Establecen el límite de carrera en apertura y cierre de la barrera.

*Nota.* Datos tomados del manual de instalación (ZKteco, 2022)

**Adaptado:** Diego Fernando Quilli Quezada

**Mástil :** Se define como una barra fabricada en materiales como acero, aluminio o madera. Antes de equilibrar el mástil, comprobar que el muelle elegido sea adecuado considerando los accesorios que se desea instalar y el espacio de paso ver tabla 3 .

**Tabla 3.***Tipo de configuración del mástil de acuerdo al muelle a utilizar.*

	(A) Muelle Ø 40mm	(B) Muelle Ø 50mm	(C) Muelle Ø 55mm			
<b>COMPOSICIÓN DEL MÁSTIL</b>	1,5/1,75	1,5/2,25	2,25/2,75	2,75/3,25	3,25/3,5	3,5/3,75
Mástil con perfil a prueba de choques.	A	A	A	B	B	C
Mástil con perfil a prueba de choques y cordón luminoso.	A	A	B	B	B	C
Mástil con rastrillera	A	B	B	C	C	
Mástil con cordón luminoso y rastrillera.	A	B	B	C	C	
Mástil con perfil a prueba de choques y apoyo móvil.	A	B	B	C		
Mástil con perfil a prueba de choques, cordón luminoso y apoyo móvil.	A	B	B	C		

*Nota.* Datos tomados del manual de instalación (ZKteco, 2022)

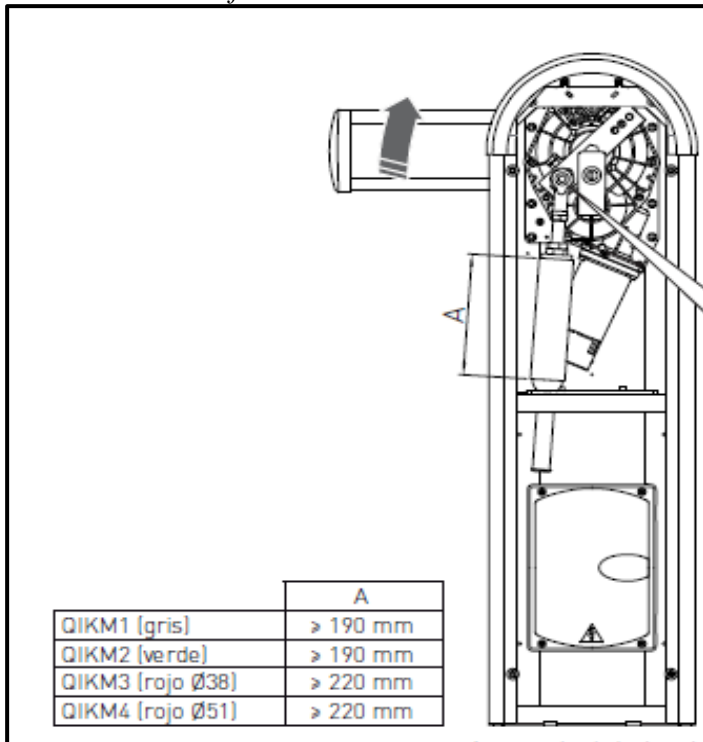
**Adaptado:** Diego Fernando Quilli Quezada

**Resorte o muelle:** Se utiliza para balancear el peso del mástil. Por ejemplo, si el mástil es muy largo, es posible que requiera mucha tensión en el resorte. No use la fuerza motora en

ningún caso para sostener el peso de la barra. Use siempre el resorte de equilibrado. La compresión del resorte debe respetar la medida A indicada en la figura 27.

**Figura 27**

*Medidas de los diferentes resortes a utilizar.*



**Fuente:** (Manual marca Ditec)

Funcionamiento:

La barrera vehicular entrará en funcionamiento, en cualquiera de los 3 casos que se detallan:

- Por acción de la cámara ANPR
- Por acción del detector de masa vehicular
- Por acción del control remoto

**Por acción de la cámara ANPR**

La cámara ANPR debe capturar una fotografía del vehículo a ingresar o salir del campus universitario, inmediatamente procesará esta imagen, detectará los caracteres de la matrícula vehicular y buscará en la base de datos, si se encuentra registrada la cámara enviará la orden de apertura a la barrera vehicular.

**Por acción del control remoto.**

Si el caso anterior no llega a consolidarse, será debido a que el vehículo no está registrado en la base de datos de la institución, por lo tanto, el personal de seguridad presente en tal acceso procederá al uso responsable del control remoto de la barrera vehicular.

## Por acción del detector de masa vehicular

En aquellos accesos que son utilizados tanto para ingreso como para salida, se proyectó el uso de la cámara únicamente en el ingreso, siendo la salida determinada por un lazo inductivo que estará conectado a un detector de masa vehicular y este último a la barrera.

Etapas 3: Comparación de las barreras vehiculares que se comercializan .

Se desempeña una comparación entre las diferentes barreras vehiculares que existen en el mercado con el objetivo de seleccionar una que se acople a las necesidades del acceso 8 de la Ciudad Universitaria, para ello se analizó diferentes marcas y características ver (mirar Anexo 4).

### 5.1.3. Establecer un sistema de validación del acceso de vehículos autorizados.

Para el cumplimiento del objetivo se realizó en dos etapas en la primera se efectuó la investigación de los diferentes sistemas de validación en la actualidad y la comparación de las mismas , ver tabla 4, en la segunda etapa se procede a seleccionar el sistema de validación adecuado y desarrollar el mismo.

**Tabla 4.**

*Sistemas de validación actualmente empleados comparación.*

Tecnología	RFID activo	Sistemas Biométricos	LPR
Nivel de seguridad de datos	Alto	Alto	Alto
Facilidad de adquisición	Medio	Medio	Alta
Costo del lector	Alto	Alto	Medio
Costo de la tarjeta o tag	Media	No requiere	No requiere
Distancia de Lectura	No requiere (línea de vista hasta 12m)	Cerca	No requiere (hasta 10 m)
Costo de mantenimiento	Alto	Alto	Medio
Adaptación al acceso 8.	Medio	Medio	Alto

*Nota.* Información obtenida de la página web Robots Didácticos(2019) y (Inga Acuña, 2021).

**Adaptado:** Diego Fernando Quilli Quezada

Analizando las diferentes tecnologías que se usan para la validación de los sistemas de acceso se optó por la que brindan mayor seguridad y se adapta a las necesidades del mismo que es el reconocimiento de placas vehiculares. En la actualidad los sistemas de control de acceso vehicular “sin llaves”, basado en LRP se imponen por eficiencia y la calidad de información sobre otras opciones.

Ventajas :

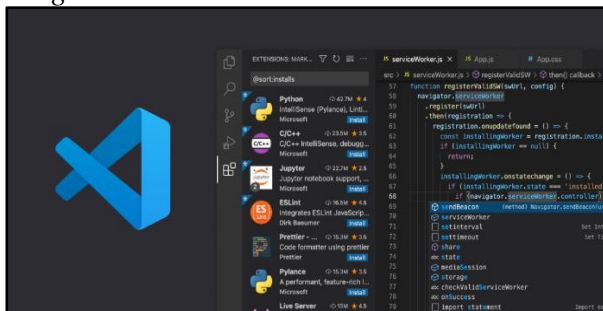
- El sistema LRP utiliza la matrícula (placa) como insumo fundamental para identificación del vehículo.
- Otros sistemas requieren elementos externos al vehículo (un tag, un código QR, etiqueta que se coloca en el vidrio del vehículo, tarjeta RFID, etc).
- La matrícula es parte del vehículo y por ello responsabilidad del propietario.
- La gestión de elementos externos (Tag, RFID, etiquetas) es responsabilidad de quien quiere hacer el control de acceso y depende de la voluntad del propietario.

Desarrollo del algoritmo o código de programación

Para el desarrollo del código se programó en Python utilizando las librerías de Open CV , Numpy, PIL, Serial y Pytesseract (OCR) para el reconocimiento de caracteres detallaremos los pasos necesarios para el desarrollo del código:

Como interprete para la edición de la programación en Python se utilizó visual studio code, mediante este programa se proporciona una finalización del código inteligente, inspecciones del código, indicación de errores sobre la marcha y arreglos rápidos, así como refactorización de código automática y completas funcionalidades de navegación.

**Figura 28**  
*Programa visual studio code*



**Fuente:** Autor

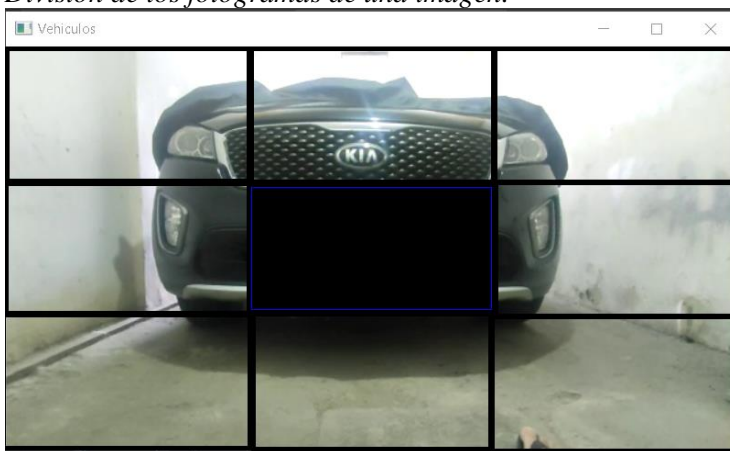
- Librerías a utilizar en la programación

Las siguientes librerías : Numpy, Pytesseract, PIL, se describe el funcionamiento de cada una de ellas en los diferentes procesos que se las utilizo , la principal librería a utilizar es la de Open CV es una biblioteca libre de visión artificial originalmente desarrollada por Intel entre algunas de sus aplicaciones nos permite la detección de movimiento, reconocimiento de objetos, reconstrucción 3D a partir de imágenes, son sólo algunos ejemplos de aplicaciones de Open CV. Al iniciar la programación del código se llaman las librerías a utilizar y se declara las

variables de entrada, mediante el ciclo while true se evalúa una condición con el propósito de repetir un bloque de código mientras la condición se mantenga verdadero caso contrario el código programado no se ejecutará.

Al obtener la respuesta del condicional verdadero, se ejecuta un bloque de código secuencial iniciando con la extracción de los fotogramas del video con la finalidad de extraer el ancho y el alto de los mismos, con el objetivo de dividir y recortar la zona de interés donde se ubica la placa del auto como se observa en la figura 29. Para obtener las coordenadas de la región de interés se toma 1/3 de la imagen tanto en el eje x como en el eje y.

**Figura 29**  
*División de los fotogramas de una imagen.*



**Fuente:** Autor

Al obtener el recorte de la zona de interés se ejecuta el procesamiento de la imagen recortada analizando las matrices de sus colores BGR para la detección del color blanco que es de las placas vehiculares que circulan en Ecuador (autos particulares). Se utilizó el método de tratamiento de imagen convirtiendo los fotogramas de BGR a HSV.

**Figura 30**  
*Conversión de imagen BGR a HSV*



*Nota.* Para HSV, el rango de tono es [0,179], el rango de saturación es [0,255] y el rango de valor es [0,255]. Diversos programas usan diferentes escalas. Siendo así, para detectar las placas de los autos que en este caso es el color blanco el rango de tono es [0,172], el rango de saturación es [0,111] y el rango de valor es [168,255].

- Encontrar los contornos de la zona extraída

Se aplica la función `canny` a la zona de interés extraída, encontrando los bordes que presenta la imagen. Se estableció el valor de 150 y 200 como primer y segundo umbral, mediante algunas pruebas, por medio de la función `cv2.findcontours` se obtuvo todos los contornos de la zona procesada, para dibujar todos los contornos encontrados se aplica la función `cv2.drawcontours` para visualizarlos figura 31.

### Figura 31

*Visualización de los contornos encontrados*



**Fuente:** Autor

El condicional `for` permitió analizar y almacenar en una nueva variable todos los contornos encontrados. Para eliminar los contornos que no rodean la placa se analizó las áreas que generan los contornos, la forma geométrica de los contornos con la intención de encerrar las placas de los autos en un rectángulo.

- Determinación del área de las placas

Se determinó el área mínima y máxima para que el contorno sea considerado como una placa. Los valores determinados corresponden a la distancia en la que se ubicada la matrícula de la cámara, dicho de otro modo, mientras más lejos esté la cámara del auto, más pequeña se va a apreciar la matrícula, mientras que si se acerca, la matrícula se visualizará más grande. Incluso los datos de área permiten establecer a qué distancia de la cámara-auto puede funcionar el código. Así se elimina también aquellos contornos pequeños que no corresponden al área de interés.

- Encontrar la figura geométrica de la placa

Obteniendo los puntos `x`, `y`, ancho y alto que rodean a cada contorno, mediante la función `cv2.boundingrect` y `cv2.approxpolydp` se efectuó la identificación del rectángulo, el número de vértices que cuenta la figura geométrica identificada. Partiendo de los puntos

tratados se emplea el condicional if para evaluar el número de vértices , si el contorno tiene un área mayor a 1500 y menor a 10000 con la finalidad de garantizar que es una placa.

**Figura 32**

*Contorno dibujado luego de aplicar las condiciones.*



*Nota.* Al aplicar los condicionales se observa la placa encerrada en un rectángulo para continuar con el procesamiento.

- Aspect-ratio

Para detectar la placa un criterio que se puede usar es el aspect ratio del contorno para determinar que sea un rectángulo, pero además también se podría trabajar con el alto y ancho de las placas vehiculares de Ecuador y trabajar también con su aspect ratio.

**Figura 33**

*Medidas de las placas de autos de Ecuador*



**Fuente:** ANT, [ww.obraspublicas.gob.ec](http://ww.obraspublicas.gob.ec)

En la figura 33 por ejemplo se observa las medidas de las placas de Ecuador, con la información obtenida se determinar su aspect ratio. Al calcularlo (404/154) se obtiene 2.62.

$$\text{Aspect Ratio} = \frac{\text{Ancho}}{\text{Alto}} \quad [1]$$

- Detección de caracteres mediante la librería de pytesseract

Identificado el área y vértices de la placa se obtienen las coordenadas que permite realizar el recorte de modo que solo se trabaje con la placa para el procesamiento de las respectivas matrices RGB . Usando una máscara de colores la cual consiste en restar 255 al máximo de la matriz roja, verde y azul con el fin de resaltar el color negro, binarizamos la imagen con la intención de eliminar algún pixel basura y entregar una imagen nítida para su posterior lectura e identificación de caracteres .

Python imaging library (PIL) es una librería gratuita que permite la edición de imágenes directamente desde Python. Soporta una variedad de formatos, incluidos los más utilizados como GIF, JPEG y PNG. Para convertir la matriz en imagen se usó la librería PIL.

Una vez obtenida la placa en imagen se aplicó OCR con pytesseract

Se define la ruta de dirección de pytesseract ,como ya tenemos la región de interés lista aplicaremos pytesseract.image\_to\_string, como primer argumento estará placa , mientras que el segundo corresponde al modo de segmentación de página config='--psm 11'. En la figura 34 se observa la lista de los modos de segmentación de página que soporta tesseract.

#### Figura 34

*Lista de modos de segmentación de página compatibles con tesseract.*

0	Orientation and script detection (OSD) only.
1	Automatic page segmentation with OSD.
2	Automatic page segmentation, but no OSD, or OCR.
3	Fully automatic page segmentation, but no OSD. (Default)
4	Assume a single column of text of variable sizes.
5	Assume a single uniform block of vertically aligned text.
6	Assume a single uniform block of text.
7	Treat the image as a single text line.
8	Treat the image as a single word.
9	Treat the image as a single word in a circle.
10	Treat the image as a single character.
11	Sparse text. Find as much text as possible in no particular order.
12	Sparse text with OSD.
13	Raw line. Treat the image as a single text line, bypassing hacks that are Tesseract-specific.

**Fuente:** <https://github.com/tesseract-ocr/tessdoc/blob/main/ImproveQuality.md#page-segmentation-method>Mostrar la información obtenida luego de aplicar Tesseract a la placa.

Se utilizo el condicional if donde si la variable texto es mayor o igual a 8 caracteres la variable texto pasa a ser “Ctexto” que es la variable en donde se almacena los caracteres detectados con la finalidad de observa los 8 caracteres de la placa.

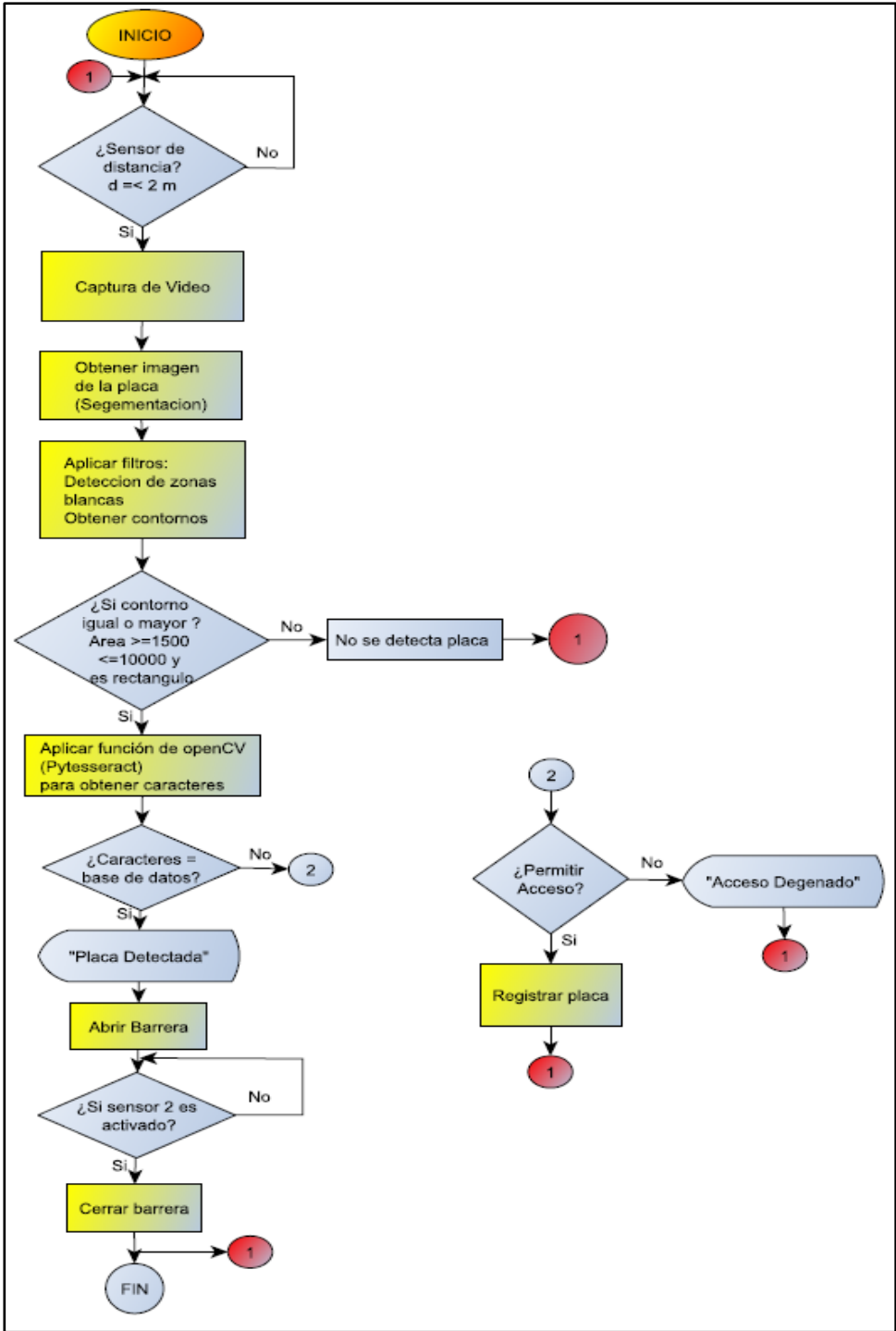
#### 5.1.4. Desarrollar un prototipo de sistema de restricción de acceso vehicular

Para dar cumplimiento con el cuarto objetivo se automatiza el proceso de detección de placas vehiculares para autos particulares , integrando componentes al proceso



como sensores de distancia e infrarrojo, una pantalla lcd para enviar mensajes al usuario y un servo motor digital que cumple la función de la barrera vehicular para permitir la apertura a los autos autorizados se compara los caracteres detectados con la base de datos ingresada, del mismo modo para el cierre de la barrera se acciona mediante el sensor infrarrojo. Como se aprecia en la figura 35 se obtiene el diagrama de flujo final integrando estos componentes.

**Figura 35**  
*Diagrama del proceso de detección placas vehiculares para autos particulares automatizado.*



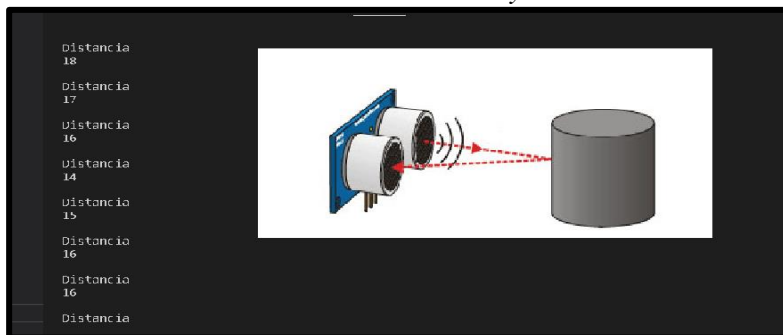
Fuente: Autor.

Antes de todo , para establecer la comunicación entre Python y Arduino se utiliza la librería PySerial en Python. En primer lugar, importar la biblioteca serial, teniendo en cuenta que al configurar mediante la función serial los parámetros indispensables son la identificación del puerto a utilizar y la velocidad de transmisión de datos.

Por medio del puerto serial seleccionado se leen los valores de distancia que envía el sensor ultrasónico a Python como se observa en la figura 36, asumiendo que cumpla con el condicional indicado de distancia se efectúan los siguientes procesos, lectura del video, procesamiento de placa y extracciones de caracteres , ante todo estos procesos se los analizo a detalle en la sección anterior.

**Figura 36**

*Datos de distancia enviado de Arduino a Python*

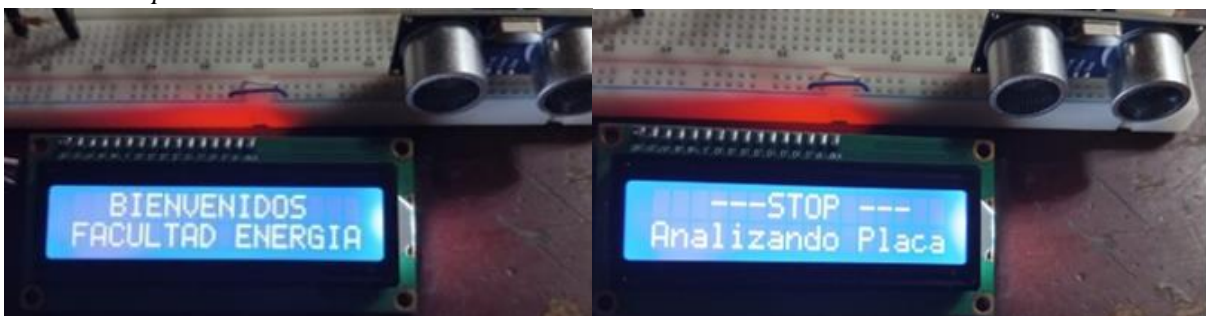


**Fuente:** Autor.

Para la configuración de la pantalla LCD 16x2 en Arduino se utilizó la librería “LiquidCrystal\_I2C.h” la cual permite mostrar diferentes textos a medida que avance el código.

**Figura 37**

*Textos de la pantalla Lcd 2 X16*



*Nota.* Se observan diferentes mensajes a medida que avance la ejecución del código.

**Fuente:** Autor

Para la validación del acceso a los autos autorizados se empleó un condicional if con la finalidad de evaluar si los caracteres detectados (placa) coinciden con los caracteres registrados en la base de datos, asumiendo que la respuesta es verdadera se envía un pulso a la barrera vehicular (servo motor ) permitiendo el acceso seguido de un mensaje de confirmación como se aprecia en la figura 38 ,al obtener una respuesta negativa se evalúa una nueva condición

donde si permite el acceso a este usuario se procede a registrar y almacenar la placa en la base de datos automáticamente como se observa en la figura 39, siguiendo con el proceso se compara el primer condicional utilizado para la validación con la intención de enviar el pulso que permite abrir la barrera vehicular (servo motor ).

### Figura 38

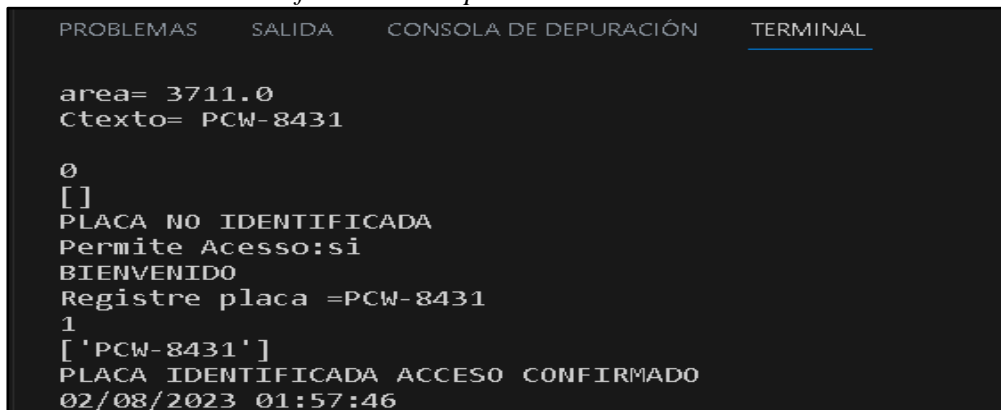
*Resultado de la identificación de la placa*



**Fuente:** Autor

### Figura 39

*Resultado de la no identificación de la placa*

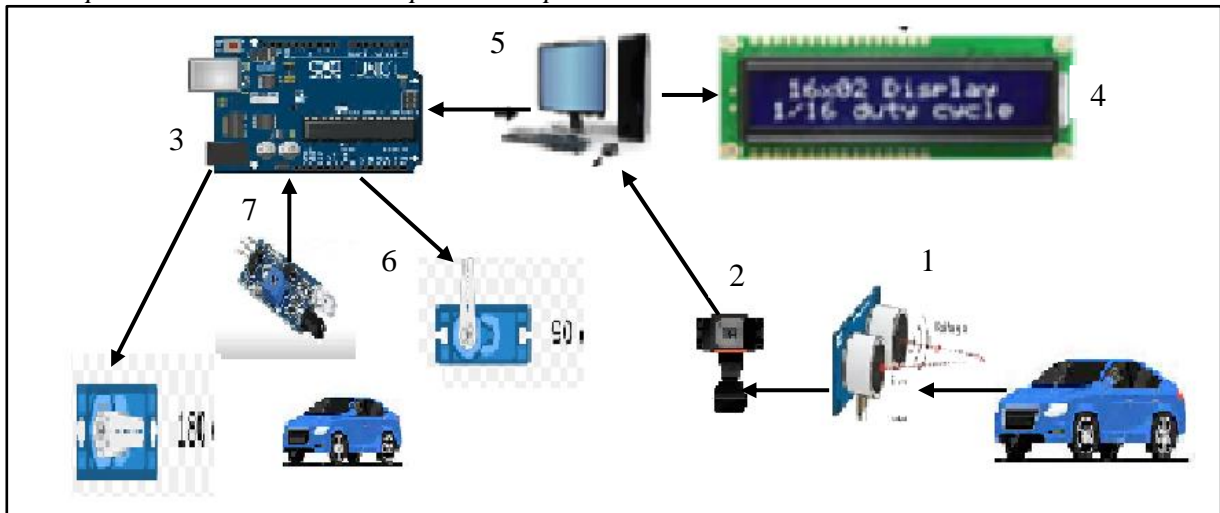


**Fuente:** Autor

Asumiendo que el auto particular ingreso por el carril derecho para bajar la barrera vehicular se usó un sensor infrarrojo, cumpliendo así el ciclo de cierre. Conociendo que ingresado el vehículo a las instalaciones para salir por el carril izquierdo el prototipo realiza la apertura y el cierre usando otro sensor infrarrojo que cumpliría la función de sensor de masa detectando el vehículo y dando paso al ciclo de apertura y cierre.

**Figura 40**

*Prototipo de restricción vehicular para autos particulares autorizados.*



*Nota.* Observamos los elementos que conforman el prototipo sensor ultra sónico(1), cámara web(2), Arduino uno (3), pantalla lcd (4), computador(5), servo motor (6) y sensor infrarrojo (7).

**Fuente:** Autor

Para las pruebas del prototipo se analizó diferentes puntos como la estabilidad de la cámara, a que altura y distancia del auto debe estar para tener la mayor exactitud al proceder con el reconocimiento de placas.

## 6. Resultados

### 6.1. Identificar las necesidades de accesos vehicular en el campus.

#### Ubicación del acceso 8

El acceso 8 permite el ingreso a las instalaciones de la Facultad de la Energía, edificio central de la MED (Modalidad de Educación a Distancia ) y al Salón Cultural de Bienestar Estudiantil.

#### Figura 41

*Vista frontal del ingreso mediante el acceso 8*



*Nota.* Al ingresar por el acceso cuenta con dos carriles de entrada y salida señalizados que llevan a los patios de estacionamiento. **Fuente:** Autor

#### Entrevista al personal encargado

Los resultados obtenidos de la entrevista son:

- El área de restricción para el ingreso y salida es de 6.5 metros.
- El estacionamiento en los patios cuenta con una capacidad de 55 a 70 vehículos particulares que corresponden a docentes , administrativos y estudiantes.
- La concurrencia de vehículos se estima unos 250 a 300 entre ingreso y salidas al día.
- Llevan un registro manual sin embargo el acceso vehicular lo hacen mediante dialogo con el conductor o en algunos casos ya conocen al dueño del vehículo no interviene.
- El sistema empleado no está en funcionamiento.

## Resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los usuarios del acceso

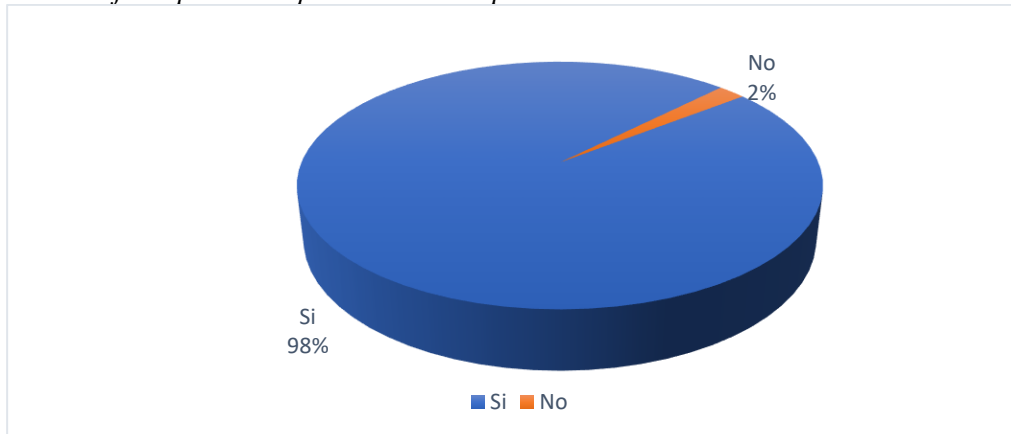
La muestra de estudio estuvo conformada por 60 personas entre docentes , administrativos y estudiantes que usan este acceso.

Los resultados de la encuesta fue la siguiente:

**¿Usted considera necesario tener un sistema de acceso vehicular dentro del acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa ?**

**Figura 42**

*Porcentaje de personas que consideran aplicar sistemas de acceso vehicular*

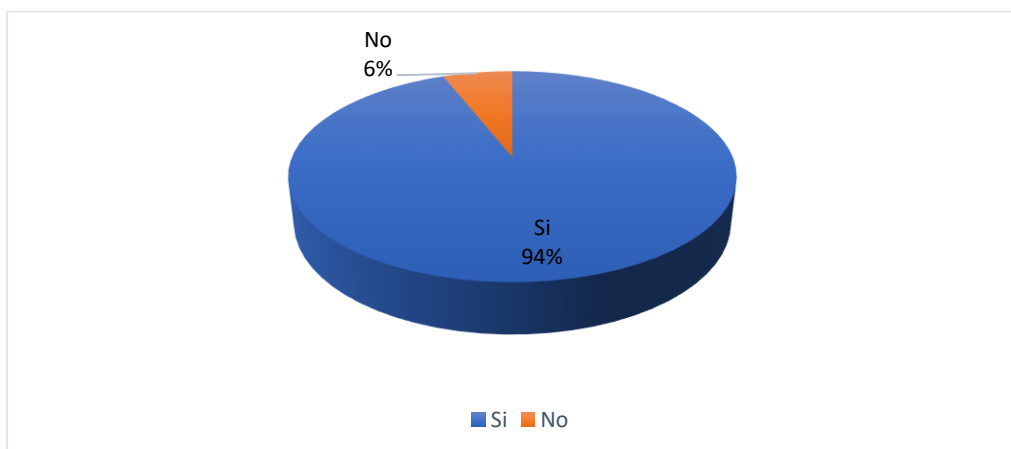


Como se aprecia en la figura 42 el 98% de personas encuestadas consideran que es necesario tener un sistema de acceso vehicular, mientras que 2 % no lo considera necesario.

**¿Considera usted que los sistemas de acceso vehicular brindan mayor seguridad y control del personal que ingresa al campus universitario mediante el acceso 8 ?**

**Figura 43**

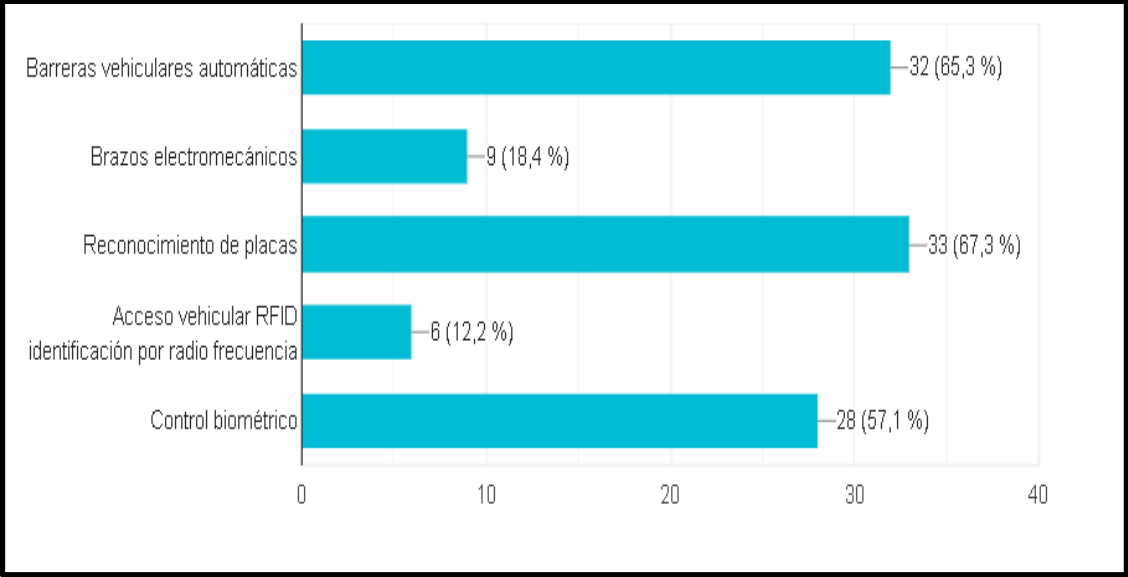
*Porcentaje de la seguridad que brindan los sistemas de acceso vehicular que consideran las personas encuestadas.*



De acuerdo a los resultados obtenidos, en la figura 43 el 94 % de los encuestados consideran que los sistemas de acceso vehicular y de control del personal que ingresa al campus brindan seguridad mientras que un 6 % afirman que no brinda una mayor seguridad.

**De los siguientes tipos de controles de acceso vehicular usted. ¿Cuál considera que es el adecuado para implementarlo en el acceso 8?**

**Figura 44**  
*Porcentaje de los sistemas que implementaría en el acceso 8.*



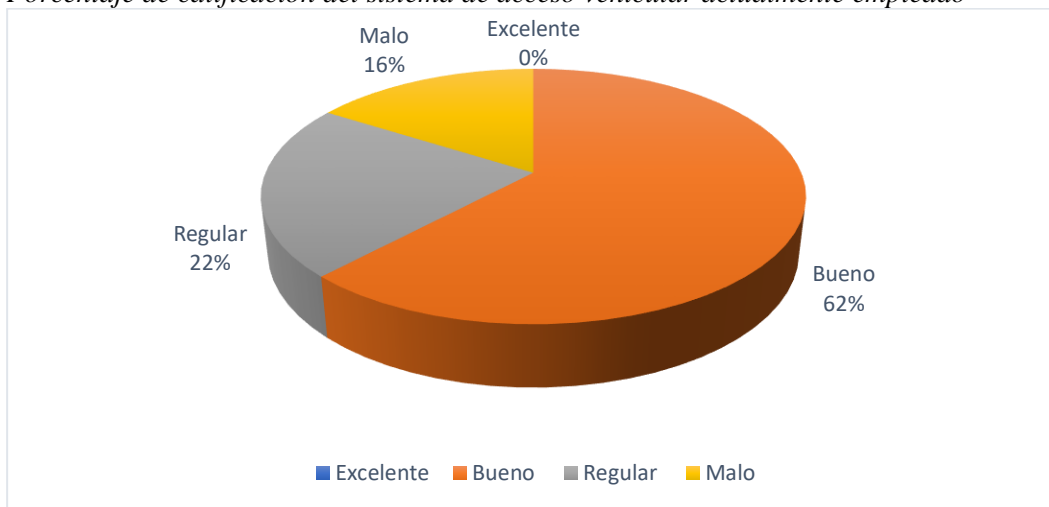
Asimismo, en la figura 44, sobre qué tipos de controles de acceso vehicular implementaría en el acceso 8, se dio la opción de elegir entre los cinco tipos de controles de acceso vehicular obteniendo los siguientes resultados, Las barreras vehiculares obtuvieron un 65,3 % , de igual manera los brazos electromecánicos tienen un 18,4% , mientras que el reconocimiento de placas vehiculares tiene un 67,3 % siendo este sistema el de mayor porcentaje de igual manera los controles biométricos tienen un 57,1 % .

Se concluyen en esta pregunta que los sistemas que implementarían las personas encuestadas son las barreras vehiculares que cumplen la función de control para vehículos particulares y el reconocimiento de placas vehiculares para la validación del acceso a vehículos autorizados.

**¿Cómo calificaría el sistema de acceso vehicular actualmente empleado en el acceso 8 ?**

**Figura 45**

*Porcentaje de calificación del sistema de acceso vehicular actualmente empleado*

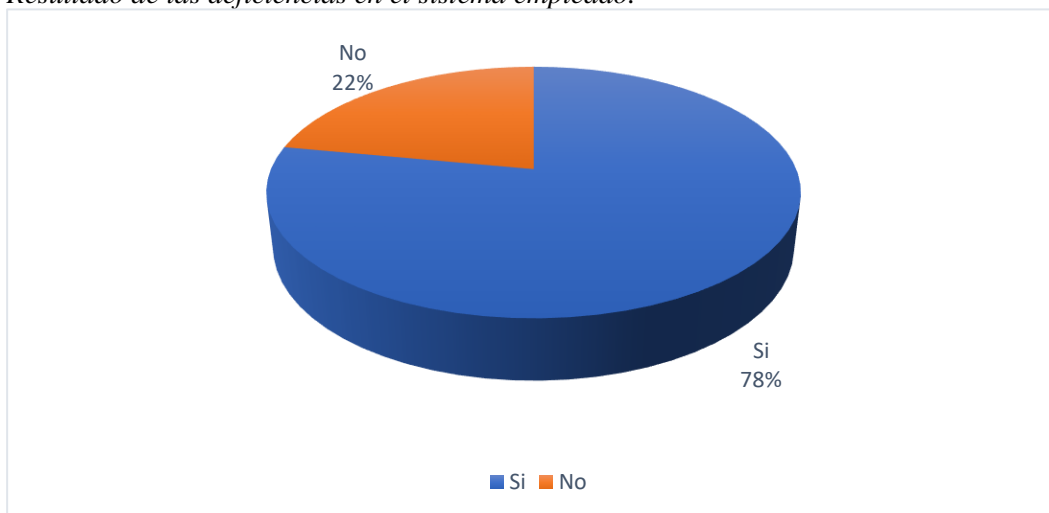


Para la calificación del sistema empleado se dio cuatro alternativas siendo estas excelente, bueno, regular y malo obteniendo los siguientes resultados como se muestra en la figura 45 con 62 % lo califica como bueno mientras que un 22% regular y 16% malo.

**¿Considera usted que existe alguna deficiencia en el sistema empleado actual para el acceso 8 del campus universitario?**

**Figura 46**

*Resultado de las deficiencias en el sistema empleado.*



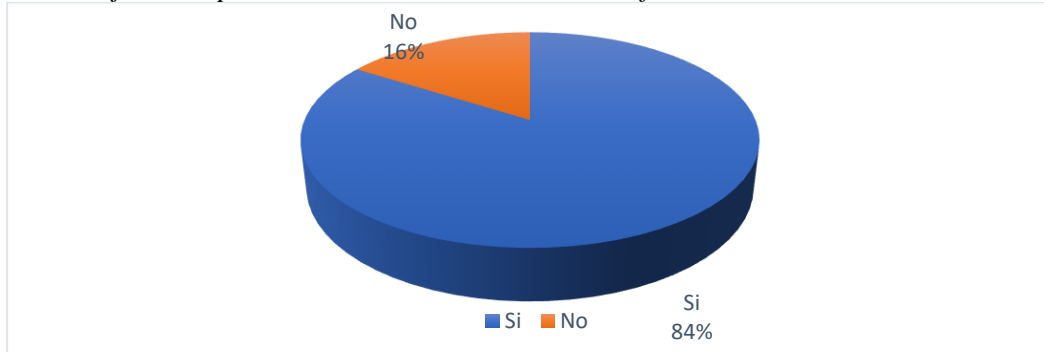
Con un 78 % de las personas encuestadas consideran que el sistema actual presenta deficiencias en su funcionamiento un resultado a considerar y tomar una decisión con respecto al mismo, si se lo puede mejorar innovar, pero también cuenta con un 22% que considera que no existen deficiencia.



**¿Usted conoce sobre el funcionamiento del sistema de validación actualmente establecido dentro del acceso 8 para acceder al campus universitario?**

**Figura 47**

*Porcentaje de las personas encuestadas si conocen el funcionamiento del sistema de validación*

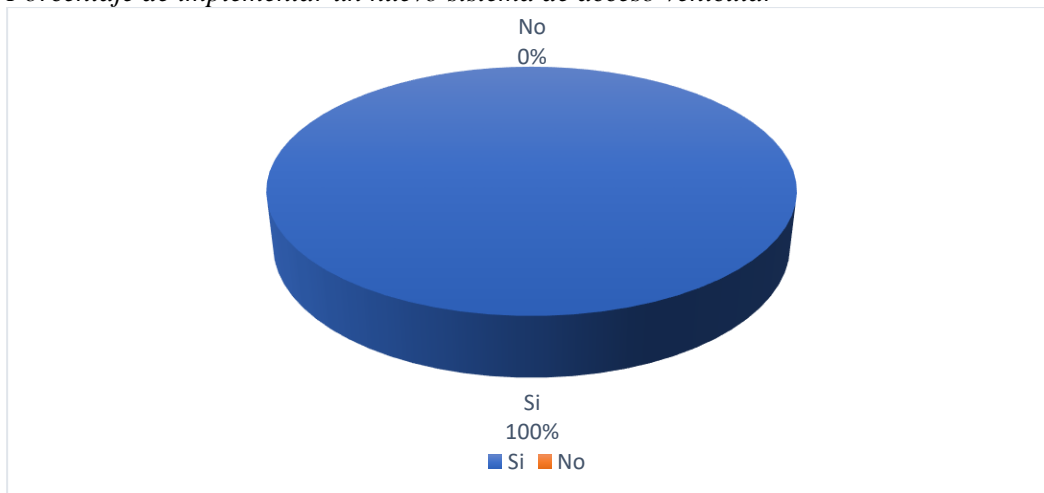


El objetivo de esta pregunta es poder obtener información si los usuarios de este acceso conocen sobre el sistema de validación con un 84 % de ellos afirman que no conocen sobre el mismo y un 16 % afirma que si conoce el sistema de validación.

**¿Usted considera implementar un nuevo sistema de accesos vehicular que brinda mayor seguridad y facilidad al momento de ingresar al campus universitario?**

**Figura 48**

*Porcentaje de implementar un nuevo sistema de acceso vehicular*



Las necesidades del sistema son:

- Seleccionar un sistema mecánico que tenga las dimensiones en altura para la restricción de vehículos particulares (autos) en promedio la altura es de 1,5 a 2 metros, que cumpla con la restricción de una longitud de 6.5 metros que corresponde al ancho del carril del acceso 8.

- Se necesita un sistema con un funcionamiento intensivo para realizar apertura y cierre de los vehículos que acceden al patio de estacionamiento de la facultad de la energía conociendo que la capacidad es de 55 a 70 vehículos.
- El sistema mecánico requiere que su funcionamiento este diseñado para una concurrencia de vehículos estimada de 250 a 300 ciclo diarios entre entradas y salidas de los vehículos particulares(autos) corresponden a docentes , administrativos y estudiantes.
- Un sistema de validación que permita la identificación rápida del vehículo y confiable para el acceso del personal autorizado y de la misma manera llevar un registro de acceso.
- Una garita donde se pueda instalar una persona para que lleve este control de manera correcta he eficiente.

## 6.2. Determinar un sistema mecánico que cumplan con las necesidades de restricción de acceso.

Por medio de la investigación realizada sobre los diferentes tipos de sistemas mecánicos que se emplean actualmente se realizó la comparación entre ellos tabla 5 de acuerdo a las necesidades que debe cumplir el sistema mecánico.

**Tabla 5.**  
*Comparación de los sistemas mecánicos empleados actualmente*

Necesidades	Dimensiones		Funcionalidad	Integración	Aplicación
	Altura	Ancho	Ciclos de uso 250-300 diarios	Sistemas de validación	Cumple con lo requerido.
Barreras vehiculares	Si	Si	Si	Si	Si
Portones mecanizados	Si	No	Si	No	No
Borlados	Si	No	Si	Si	No

*Nota.* Se compara y analiza las necesidades del acceso 8 con los sistemas mecánicos actuales.

**Adaptado:** Diego Fernando Quilli Quezada

En la actualidad las barreras vehiculares sofisticados permiten adaptarse a diferentes situaciones por ello después de analizar las diferentes marcas y sus respectivas características se optó por seleccionar la marca Ditec la cual presenta diversos modelos que se acoplan a las necesidades que requiere el acceso, para ello se tomó en cuenta los siguientes puntos:

- Características técnicas y principales funcionalidades .

- El ciclo o frecuencia de uso si es normal o intensivo
- La longitud de la pluma o brazo y el sentido de apertura de las barreras.

**Tabla 6.**

*Características técnicas de los modelos de barras vehiculares marca Ditec*

Descripción	QIK 4E	QIK 60EH	QIK7EH
Barreras	hasta 3,5 m	hasta 5 m	hasta 6 m
Gestión carrera	final de carrera	encoder	encoder
Longitud barras hasta	3,7 m	5 m	6,5 m
Brazo	elíptico	elíptico	elíptico
Clase de servicio	4 -intensivo	5 – muy intensivo	5 -intensivo
Intermitencia	S2= 15min	S2= 60min	S2= 60min
	S3=30%	S3=60%	S3=60%
Alimentación	230 V~/50 Hz	230 V~/50 Hz	230 V~/50 Hz
Clase de aislamiento	Clase 1	Clase 1	Clase 1
Consumo	1,2 A	1 A	1 A
Par	90 Nm	70 Nm	70 Nm
Tiempo de apertura	4 s/90°	2÷6 s/90°	2÷6 s/90°
Tiempo cierre	2÷6 s/90°	2÷6 s/90°	2÷6 s/90°
Desbloqueo para apertura manual	de llave	de llave	de llave
Temperatura de funcionamiento	-20°C/+55°C	-20°C/+55°C	-20°C/+55°C
	(-35°C/+55°C	(-35°C/+55°C	(-35°C/+55°C
	Con NIO activado)	Con NIO activado)	Con NIO activado)
Grado de protección	IP 24D	IP 24D	IP 24D
	Dimensiones del producto (mm)	300x320x1050	405x525x1180
Cuadro de maniobra	E1A(incorporado)	73RQ(incorporado)	EL31RA(incorporado)

*Nota.* Datos tomados de los catálogos de las barras vehiculares marca Ditec. Al observar en la tabla 6, se examinó las características técnicas de la barrera vehicular marca.

**Adaptado:** Diego Fernando Quilli Quezada

Ditec, presenta tres modelos diferentes como alternativas a seleccionar para cumplir con las condiciones de restricción del acceso 8. Se optó por el modelo QIK 7EH en primer lugar porque permite la restricción de hasta 6,5 m de longitud, la clase de servicio es 5 lo que quiere decir que tiene un promedio de vida útil de 5 años de uso con 600 ciclos al día, su diseño es para uso muy intenso dicho en otras palabras para ser usado por ejemplo en entradas residenciales, industriales, comerciales, aparcamientos con salida y entrada donde existe un nivel alto de frecuencia de vehículos, algunas de sus ventajas es elegir el sentido de apertura sea derecha o izquierda, un par de torsión de 70 Nm. En el Anexo 6 se encuentra el manual de la barrera QIK 7EH donde se detallan los componentes y su respectiva guía.

Se analizó el cuadro electrónico y su funcionamiento con el objetivo de conocer sobre la configuración de la barrera vehicular y cómo esta se puede integrar a nuevos hardware para

la identificación del vehículo mediante reconocimiento de caracteres placas vehiculares, el manual se puede observar en el Anexo 7.

### 6.3. Establecer un sistema de validación del acceso de vehículos autorizados.

El código de reconocimiento de placas vehiculares creado se lo probó en diferentes vehículos con la finalidad de modificar algunos aspectos que influyen para el reconocimiento de caracteres y tener un reconocimiento preciso.

**Figura 49**

*Prueba de distancia y altura con ubicación frontal de la cámara.*



**Fuente:** Autor

Para la primera prueba se lo realizó con la cámara frontal a una altura (h) de 1 metro con un ángulo horizontal inferior a  $30^\circ$ , lo que significa que la distancia (x) mínima para analizar la placa está comprendida 1,5 a 2 metros en la horizontal y la distancia máxima a la que puede actuar el código es de 3 metros.

**Figura 50**

*Resultado de la primera prueba con ubicación de cámara frontal*

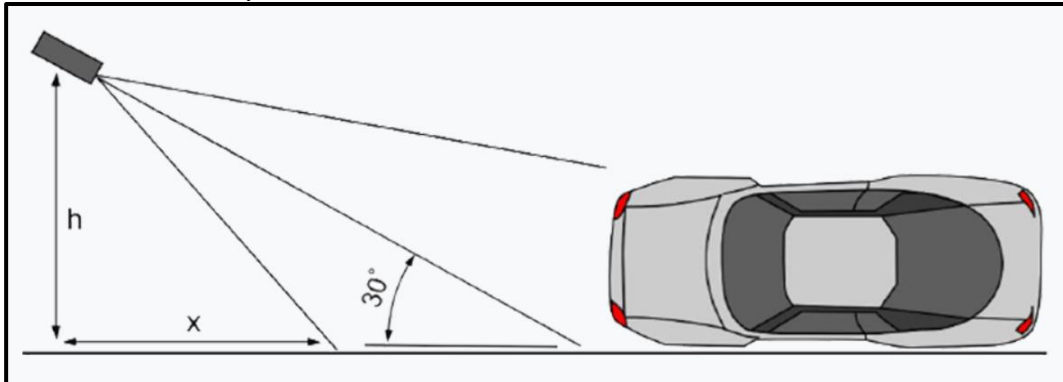


**Fuente:** Autor

Para la segunda prueba se colocó la cámara al lateral a una altura (h) de un metro con respecto al suelo teniendo en cuenta que el ángulo entre la cámara y la línea del carril debe ser menor de  $30^\circ$ , como se observa en la figura 51 para que el código tenga mejor ejecución al momento de identificar los caracteres la distancia (x) tiene que ser de 2.5 a 2 metros el resultado obtenido se muestra en la siguiente imagen.

**Figura 51**

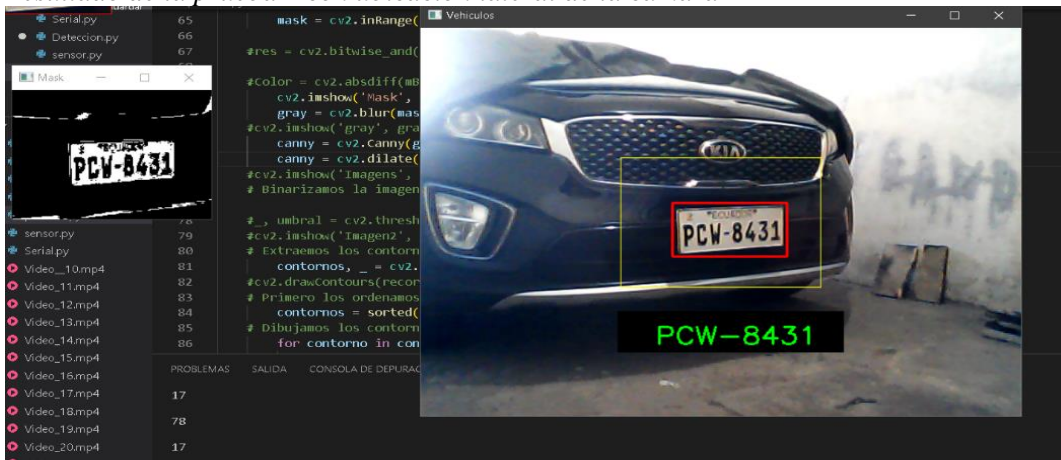
*Prueba de distancia y altura con ubicación lateral de la cámara.*



Fuente: Autor

**Figura 52**

*Resultado de la prueba 2 con ubicación lateral de la cámara*



Fuente: Autor

**Tabla 7.**

*Resultados de Caracteres obtenido en la prueba 2 con diferentes parámetros.*

Cámaras características	Altura	Distancia	Área Placa	Tiempo de respuesta	de Caracteres detectados
640*480 30 F/S	h=1 m	2.5 m	6766.5	5 -15 segundos	PCW-8431
640*480 30 F/S	h=1 m	2.5 m	6766.5	5 -15 segundos	XBV-0768
640*480 30 F/S	h=1 m	2.5 m	6766.5	5 -15 segundos	TBA-5673

*Nota.* En la siguiente tabla se muestra el resultado del código aplicado a tres vehículos con diferentes parámetros de distancia, ubicación de cámara.

**Figura 53**

Resultado de la prueba 1 cámara frontal.



Fuente: Autor

**Tabla 8.**

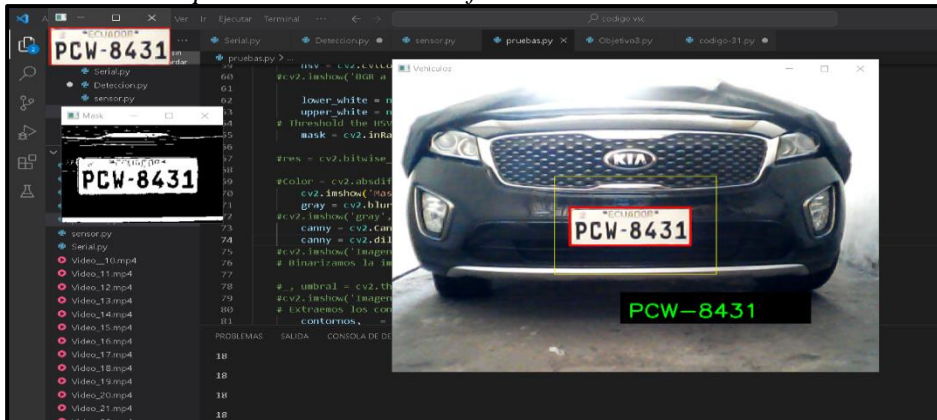
Parámetros y características obtenidos en la prueba 1.

Cámaras características	Altura	Distancia	Área Placa	Tiempo de respuesta	de Caracteres detectados
640*480 30 F/S	h=1 m	3 m	3030.0	1.41 -5 segundos	PCW-8431

Nota. En la siguiente tabla se muestra el resultado del código aplicado al auto con diferentes parámetros de distancia, ubicación de cámara.

**Figura 54**

Resultado de la prueba 1 de la cámara frontal distancia.



Fuente: Autor.

**Tabla 9.**

Resultados de Caracteres obtenido en la prueba uno con diferentes parámetros.

Cámaras características	Altura	Distancia	Área Placa	Tiempo de respuesta	de Caracteres detectados
640*480 30 F/S	h=1 m	2 m	9300.0	1.41 -3 segundos	PCW-8431
640*480 30 F/S	h=1 m	2 m	8805.0	3.4 -5 segundos	XBV-0768
640*480 30 F/S	h=1 m	2 m	9050.0	2-5 segundos	TBA-5673

Nota. En la siguiente tabla se muestra el resultado del código aplicado a tres vehículos con diferentes parámetros de distancia, ubicación de cámara.

La efectividad del código después de realizar las diferentes pruebas en distintos parámetros en los cuales pueden actuar el código ya sea por distancia, iluminación, ángulo de la cámara casos que se presentaron algunas placas se encuentran en estados deteriorables o no se puede identificar la placas y a su vez los caracteres etc.

**Tabla 10.**

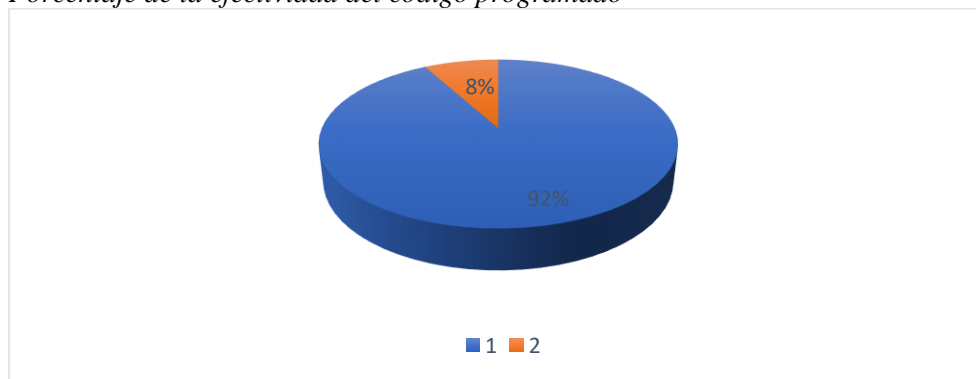
*Resultados de aplicar el código.*

<b>Tipo prueba</b>	<b>No Pruebas</b>	<b>P. Exitosas</b>	<b>P. Fallidas</b>	<b>%Confiability</b>
A varios Vehículos	50	46	4	92%

*Nota.* En la siguiente tabla se muestra el resultado del código aplicado a cincuenta vehículos.

**Figura 55**

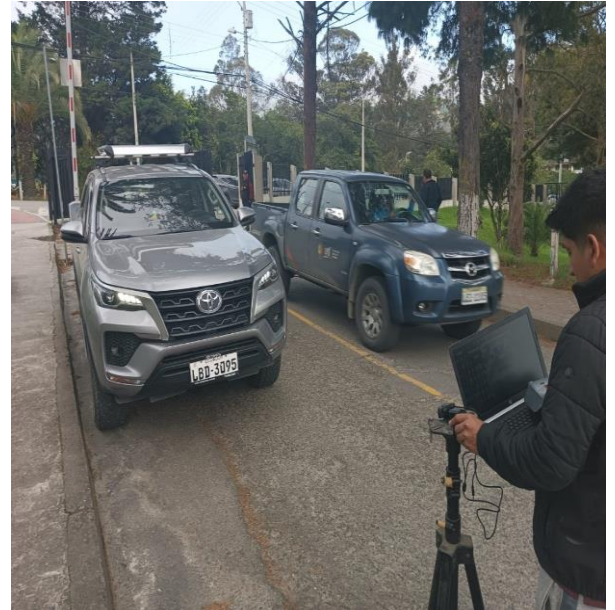
*Porcentaje de la efectividad del código programado*



El código programa tiene una efectividad de 92% como se observa en la figura 55 con una base de 50 placas analizadas (Anexo 5) mientras que el 8% de las placas no identificadas en su totalidad esto ocurre por las diferentes condiciones o parámetros donde se analizó dichas placas o por el estado de conservación de las mismas .

**Figura 56**

*Pruebas realizadas en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa*



**Fuente:** Autor



## 7. Discusión

En el acceso 8 de la ciudad universitaria Guillermo Falconí Espinoza, los usuarios el 94 % de los encuestados consideran que los sistemas de acceso vehicular brindan altos estándares de seguridad y restringir el acceso de personal no autorizado. Y sugieren implementar un nuevo sistema de accesos vehicular.

Según Chávez (2018), en su tesis “Control de acceso vehicular”. La importancia que tiene el control de acceso vehicular es fundamental definir bien todo el proceso que se necesita cumplir para gestionar y administrar las operaciones que se generen al controlar el ingreso en espacios privados o públicos. Los especialistas coincidieron en que se debe realizar un análisis detallado y minucioso de las necesidades y alcances que se quieren lograr para fomentar la seguridad con el control de acceso vehicular. Este resultado concuerda con la importancia de determinar las necesidades del acceso 8 para posterior seleccionar el sistema mecánico y de validación.

Para la selección de la barrera vehicular en la investigación se toma en cuenta que cumpla con las necesidades del acceso 8 donde se busca la restricción vehicular, del mismo modo que las características técnicas y funcionales de la barrera se adapten al entorno donde se encuentra ubicado el acceso 8 para su correcto desempeño . Según Sigcha (2017), en su proyecto de tesis, la elección apropiada del acceso físico es el de la Barrera vehicular de tipo caer el brazo, debido a que, únicamente se requiere que los automotores se detengan para procesar la información. Este resultado no concuerda con el obtenido ya que al seleccionar un sistema mecánico en este caso barreras vehiculares su busca tener un criterio de selección analizando el entorno del acceso, las necesidades que debe cumplir ,características del sistema como físicas , funcionales, eléctricas .

El prototipo de restricción vehicular para identificación de autos particulares obtuvo un 92% de eficacia usando la librería de tesseract para la obtención de caracteres. Espinoza & Salinas (2015), en su proyecto de titulación “Desarrollo de una Sistema de Reconocimiento de placas Vehiculares ” obtiene que al aplicar el sistema tesseract por su parte, tiene un porcentaje de acierto del 50% aproximadamente. Este valor se presenta posiblemente debido a que tesseract es en general un OCR muy precisó, siempre y cuando la imagen sea lo más limpia posible, sin ruidos, es decir sin detalles no necesarios.

Este resultado no concuerda con lo obtenido ya que en el proyecto realizado por Espinoza & Salinas (2015), al usar tesseract no aplica segmentación y etiquetado de objetos,

substrayendo el fondo y determinando la región de interés para reconocer las terminaciones de las matrículas, además que el método canny para la detección de bordes optimizó el monitoreo y toma de resultados en las imágenes captadas por las cámaras esto se comprueba mediante la investigación de Fuertes (2019), muestra un sistema electrónico basado en procesamiento digital de imágenes para clasificación de placas vehiculares con el propósito de mejorar el monitoreo en tiempo real del tránsito vehicular en la avenida la Marina. Se concluyó que el software de detección de caracteres de las placas vehiculares mejoró su eficiencia al aplicar segmentación y etiquetado de objetos, substrayendo el fondo y determinando la región de interés para reconocer las terminaciones de las matrículas.

A continuación algunos proyectos que tiene en cuenta la aplicación de lo recomendado por Fuertes (2019), tiene un mejoramiento en su eficiencia al detectar OCR mediante tesseract: Chávez & Yance (2020), proyecto de titulación “ Implementación de un prototipo para el control del uso del parqueadero en los horarios de los docentes de las carreras de ingeniería en sistemas e ingeniería en networking” su prototipo de restricción vehicular tiene un porcentaje de efectividad del 91 % sus registros muestran error al manifestar diferentes en el número de placa real y el registro de la toma, esto ocurrió debido a la luz solar. Inga (2021), proyecto de titulación “Desarrollo de un sistema automatizado de control de acceso vehicular” De las imágenes con buena captura, el 95% fue procesada correctamente el 5% restante confundió caracteres.

Torres (2020), muestra el desarrollo de un sistema de reconocimiento de placas de vehículos de Ecuador, empleando técnicas de visión artificial. Para ello, desarrolló un código en Matlab que se centra en el reconocimiento óptico de caracteres de las matrículas vehiculares, a través de imágenes captadas a través de una cámara que se encuentra ubicada en la parte frontal o posterior de un vehículo a una distancia de 2 a 3 metros y con una placa legible. Se concluyó que el proyecto tiene una tasa de efectividad del 97% lo que se considera aceptable para la tarea de reconocimiento.

Comparación al aplicar redes neuronales y tesseract para la detección de OCR.

Espinoza & Salinas (2015), en su proyecto de titulación “Desarrollo de una Sistema de Reconocimiento de placas Vehiculares ” en su proyecto de titulación el número de placas correctamente reconocidas usando la red neuronal para reconocimiento de caracteres, es aproximadamente 90%, sin embargo existen errores de reconocimiento encontrados en placas vehiculares en mal estado o que tienen diferentes tipos de letra que aquellas establecidas en la normativa legal.

Según Romero (2021), en su proyecto de titulación “ Plataforma de servicio para la identificación de placas vehiculares que permita la automatización del control de parqueaderos”. La red neuronal utilizada en el presente prototipo maneja un rango del 81% al 90% en niveles de confianza de detección, el porcentaje de acierto del OCR es de un 73.13% dentro del grupo de pruebas.

Según los estudios realizados donde aplican redes neuronales para la identificación de OCR tiene un porcentaje del 90 y 91 % de efectividad y confiabilidad mientras que al aplicar tesseract utilizando metodología de operaciones morfológicas se puede llegar a obtener mejores resultados y también muy importante es el control del ambiente donde se aplican estos sistemas teniendo en cuenta la iluminación o estado de la matricula a analizar.

## 8. Conclusiones

Se identifico la situación actual del acceso 8 y se determinó que no existe registro de ingreso y salida de vehículos particulares que pueda precautelar la seguridad de la institución, únicamente se cuenta con personal de seguridad privada que se basa en la observar si el personal al que se le permite el ingreso pertenezca a la Universidad Nacional de Loja , los usuarios del acceso 8 consideran necesario la innovación del sistema de acceso vehicular empleado ya que el 78 % de ellos consideran que existe deficiencias en el control de los autos particulares , así mismo se determinó que es necesario utilizar un sistema de validación que permita el ingreso a autos particulares autorizados de manera rápida, sencilla y eficaz.

Se determinó que la barrera vehicular de la marca Ditec modelo QIK-7EH cumple con las necesidades de restricción vehicular para el control del ingreso y salida de los autos particulares ,el funcionamiento permite tener el control sobre un flujo alto de concurrencia de autos.

Se seleccionó el reconocimiento de placas vehiculares para la validación de los autos particulares autorizados, por sus características, en cuanto a nivel de seguridad, distancia de lectura, soporte de grandes flujos vehiculares además nos permite tener un registro del ingreso y salida .Esta tecnología funcionará conjuntamente con barreras vehiculares, permitiendo así un acceso controlado y seguro.

Se desarrollo un prototipo de restricción vehicular para identificación de autos particulares autorizados ,obteniendo un 92% de eficacia al usar la librería de tesseract para la obtención de caracteres mediante una cámara que se encuentra ubicada en la parte frontal del auto a una distancia de 2 a 3 metros teniendo un tiempo de respuesta de 1-5 segundos en el reconocimiento de placas ecuatorianas .

## 9. Recomendaciones

Al hacer la implementación de los sistemas control vehicular en la Universidad Nacional de Loja se recomienda realizar el estudio de campo de los diferentes accesos que presenta la Universidad o de cualquier acceso que se desea controlar mediante los sistemas de acceso vehicular que utilicen para su validación de los vehículos reconocimiento de placas vehiculares poder controlar el entorno o ambiente donde se instala o se realizan pruebas del sistema ya que al poder controlar el ambiente específicamente la iluminación , tendrán gran efectividad al momento de validar el ingreso vehicular.

Se recomienda elegir una barrera vehicular teniendo en cuenta el tipo de uso será en ambientes comerciales o ambientes industriales, la frecuencia de uso será normal o intensiva, cuál será la longitud del brazo o pluma ,finalmente la barrera es izquierda o derecha todos estos aspectos ayudan alargar la vida útil de los equipos a elegir y por último analizar su ficha técnica o su datasheet .

Al utilizar visión artificial es recomendable que la cámara con la cual se realiza la captura de la imagen tenga una buena resolución, con la finalidad de poder distinguirla con mejor calidad los pixeles de la imagen, pues con ello se logrará que el reconocimiento de caracteres sea más exacto.

Ubicar la cámara en un lugar estratégico que facilite la adecuada captura de la imagen, ya que el ángulo donde se ubica puede generar problemas para identificar la placa vehicular, debido a que se encuentra muy cerca o muy lejos del vehículo, además este lugar debe tener buenas condiciones de iluminación.

El presente proyecto puede ser utilizado como punto de partida para futuras investigaciones, utilizando otros recursos o procedimientos tecnológicos que les permita alcanzar mejores resultados. De igual manera los algoritmos y técnicas empleadas para el reconocimiento de caracteres han sido optimizados para placas de automóviles, segmentando los caracteres de manera lineal. Por lo que se recomienda adaptar el reconocimiento para placas de motos. Este trabajo a futuro es un reto ya que se tendrá que analizar varios aspectos como: la localización de la cámara enfocando a la parte posterior de una motocicleta. A diferencia de la segmentación de las placas de automóviles, otro de los aspectos a revisar, es la forma de segmentar la placa de una motocicleta ya que se tendrá que analizar los dos renglones que contienen los caracteres de identificación.

## 10. Bibliografía

- Caceres, P. (2021). *Implementacion de un sistema inteligente para la identificacion vehicular*. [Tesis de Maestría en Matemática Aplicada]. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33199>
- Campo, J. R. (15 de 11 de 2020). *Tecno Seguro*. <https://www.tecnoseguro.com/faqs/control-acceso-vehicular-que-son-como-se-componen-y-aplicaciones-comunes>
- Castro, L., Giraldo, E., Navarro, J., & Macias, G. (2010). *Estudio e Implementacion de un sistema automatizado de parqueo para los docentes y la autoridad de la facultad tecnica*. [Tesis posgrado]. Guayaquil, Ecuador . <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/8544>
- CENSELC. (2019). *CENSELC*. Obtenido de <https://censelc.com/portfolio/control-de-accesos/>
- Chavez, K. (2018). *Control de acceso vehicular*. [Tesis de titulación ]. Universidad regional autónoma de los andes extensión santo domingo. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4656/1/PIM-000132.pdf>
- Chávez ,Y. Yance, M. (2020) *Implementación de un prototipo para el control del uso del parqueadero en los horarios de los docentes de las carreras de ingeniería en sistemas e ingeniería en networking*. [Tesis de titulación ]. Universidad de Guayaquil.
- CSG Tecnología. (2019). *WEJOIN WJBGMB*. Retrieved June 19, 2019, [http://www.csgtecnologia.com/tienda/index.php?id\\_product=2135&controller=prod](http://www.csgtecnologia.com/tienda/index.php?id_product=2135&controller=prod)
- Dointech. (10 de 05 de 2017). *Dointech*. Obtenido de [Imagen]: Recuperado de <https://www.dointech.com.co/control-acceso-vehicular.html>
- E. Valero, A. Adán, and C. Cerrada, “Evolution of RFID Applications in Construction: A Literature Review.,” *Sensors (Basel)*, vol. 15, no. 7, pp. 15988–6008, Jul. 2015.
- E. Darwin, S. Christian. (2015). *Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares*. [Tesis posgrado]. Cuenca, Ecuador.
- Fuertes, J. (2019). *Diseño de un sistema electrónico basado en procesamiento digital de imágenes para la clasificación de placas vehiculares en Lima*. [Tesis de Titulación ]. Universidad Tecnológica del Peru. Lima, Peru. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2696>

- Gabriela, S. (09 de 03 de 2020). *Omes*. Obtenido de <https://omes-va.com/reconocimiento-de-matriculas-vehiculares-opencv-pytesseract-ocr-python/>
- IBM. (17 de 05 de 2016). Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/computer-vision>
- Inga, H.(2021). *Desarrollo de un sistema automatizado de control de acceso vehicular*. [Tesis de titulación ].Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú.
- Juan Broncano, H. H. (2020). Control de Seguridad y Acceso Vehicular, Mediante Visión Artificial. *Big Bang*, 9(2)[Articulo]. <https://doi.org/10.51431/bbf.v9i2.615>
- Montoya, D., & Londoño, J. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de control*. [Tesis posgrado], Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín, Medellin, Colombia.
- NUO. (26 de 05 de 2021). *NUO*. Obtenido de <https://blog.nuoplanet.com/rfid>
- Parking Chile Spa. (2020). Obtenido de <https://parkingchile.cl/software-control-vehicular.html>
- Patiño, F. C. (2019). *Diseño y evaluación de la eficacia de un sistema de control de acceso mediante RFID para implementación en entradas a la institución, al servicio de urgencias y cirugía de la IPS Universitaria*. [ Trabajo de grado de pregrado] Universidad de Antioquia. <https://hdl.handle.net/10495/13185>
- Robots Didácticos. (5 de 11 de 2019). *Robots Didácticos*. Obtenido de <https://robots-argentina.com.ar/didactica/servos-caracteristicas-basicas/>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia artificial*. [Articulo ]Madrid: Alienta Editorial.
- Romero, Y. (2021). *Plataforma de servicio para la identificación de placas vehiculares que permita la automatización del control de parqueaderos*. [Tesis de titulación ].Universidad de las fuerzas armadas.
- Setchell, C. (1997). *Aplicaciones de la Visión por Computador al Monitoreo del Tráfico Vial*. Reporte Tecnico .
- Sigcha, J. (2017). *Diseño y construcción de una valla inteligente accionada mediante una tarjeta de banda magnética para el acceso al parqueadero del bloque b en la universidad técnica de Cotopaxi, extensión La Maná 2016*. [Tesis de titulación ].Universidad Tecnica de Cotopaxi extension La Mana.

Syscom. (19 de 8 de 2019). *Syscom*. Obtenido de <https://www.syscomblog.com/2019/08/buenas-noticias-acceso-vehicular-rfid.html>

Tasiguano, C., & Luis, P. (2018). *Desarrollo de algoritmos de reconocimiento de placas de vehiculos* . págs. 1-5.

TME. (25 de 11 de 2020). *TME*. Obtenido de <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/22136/Que-es-un-servomecanismo/>

Vásquez, J., & Melo, M. (2018). *Sistema automático de reconocimiento de placas vehiculares*. [Tesis pregrado]. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenieria, Colombia.

ZKteco. (03 de 01 de 2022). *Seguridad 360*. Obtenido de <https://revistaseguridad360.com/destacados/control-de-accesos-zkteco/>



## 11. Anexos

**Anexo 1.**Entrevista realizada al personal encargado del control de acceso 8 de la Ciudad Universitaria.

<b>Nombre entrevistado:</b>
<b>¿Cuáles son las funciones que realizada en el campus universitario?</b>
<b>¿Cuál es horario de su jornada de trabajo en el campus?</b>
<b>¿Cuál es el método de registro que tiene o utilizan actualmente para llevar un monitoreo de las personas que ingresan?</b>
<b>¿Cuántos vehículos postpandemia y en la actualidad ingresan a esta área ?</b>
<b>¿Considera usted automatizar el control de acceso vehicular ?</b>
<b>¿Con el sistema actualmente empleado ha tenido algún problema al manejarlo o manipularlo?</b>
<b>¿Cuáles creen que son las necesidades o cuál es su punto de vista que requiere este acceso para mejorar su sistema de control de acceso vehicular ?</b>





Anexo 2. Fotografías del acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa.




**Anexo 3.** Comparación de diferentes tipos de barreras vehicular según sus marcas.

**Tabla 11.**

Comparación de diferentes tipos de barreras vehicular según sus marcas.






Marca	Características principales	Características Físicas y Eléctricas	Características Adicionales	Posición de barra vehicular
ACCESSPRO	Longitud máxima del brazo 5 metros Color del gabinete : naranja Velocidad de apertura 6 segundos	Consumo de 250W Consumo en reposo 2W Uno semi-intensivo Voltaje de operación 110V	Temperatura de operación 20 a 50 °C Humedad relativa de < 90% Incluye 2 controles XBT23	
CAME	Para carriles de hasta 4 metros Frecuencia de operación 5400 ciclos diarios Compatible con iluminación en brazo y gabinete.	Voltaje de alimentación 120VCA Voltaje de operación del motor 24 VCC Consumo de corriente 2.2 Amp	Grado de protección IP%\$ Peso de la barra %6Kg Tiempo de apertura 2 a 6 segundos.	
FAAC	Longitud máxima del brazo 5 metros Color del gabinete : naranja Velocidad de apertura 6 segundos	Consumo de 250W Consumo en reposo 2W Uno semi-intensivo	Humedad relativa de < 90% Incluye 2 controles XBT23	
ZKTECO	Material del gabinete: Acero con pintura horneada Material del brazo: Aleación de aluminio Ancho del carril Ajustable a 6 mts Tiempo de apertura/cierre: 6 segundos	Alimentación eléctrica 110 / 220 AC, consumo 120W Frecuencia 50 -60 HZ	Temperatura de operacion: - 20 c hasta 60 c Humedad: 90%	

DITEC	Barrera hasta 5,8m ,longitud barras hasta 6m Brazo elíptico dimensión de paso 5.8m	Frecuencia 50 -60 Hz Voltaje operativo 230 V	Uso muy intensivo -20 °C/+55°C Ip 24D	
-------	---	---	---	---

**Anexo 4.** Características técnicas de la barrera vehicular seleccionada.

**Tabla 12.**

*Características técnicas de la barrera vehicular seleccionada*

Características técnicas					
Descripción:	QIK 4E	QIK 7EH	QIK 60EH	QIK 70EH	QIK 80EH
Barreras	hasta 3,5 m	hasta 5,8 m	hasta 5,2 m	hasta 5,7 m	hasta 8 m
Gestión carrera	final de carrera	encoder	encoder	encoder	encoder + final de carrera
Longitud barras hasta	3,7 m	6 m	5,55 m	6 m	8,35 m
Brazo	elíptico	elíptico	redondo	elíptico	redondo
Dimensión del paso	3,5 m	5,8 m	5,2 m	5,725 m	8 m
Clase de servicio	4 - intensivo	5 - muy intensivo	5 - muy intensivo	5 - muy intensivo	4 - intensivo
Intermitencia	S2 = 15 min S3 = 30%	S2 = 60 min S3 = 60%	S2 = 60 min S3 = 60%	S2 = 60 min S3 = 60%	S2 = 50 min S3 = 50%
Alimentación	 50 Hz	 50-60 Hz	 50-60 Hz	 50-60 Hz	 50-60 Hz
Clase de aislamiento	clase 1	clase 1	clase 1	clase 1	clase 1
Consumo	1,2 A	1 A	1 A	1 A	1,2 A
Par	90 Nm	70 Nm	70 Nm	70 Nm	200 Nm
Tiempo de apertura	4 s/90°	2÷6 s/90°	2÷6 s/90°	2÷6 s/90°	6÷12 s/90°
Tiempo cierre		2÷6 s/90°	2÷6 s/90°	2÷6 s/90°	6÷12 s/90°
Desbloqueo para apertura manual	de llave	de llave	de llave	de llave	de llave
Temperatura de funcionamiento	-20°C / +55°C (-35°C / +55°C con NIO activado)	-20°C / +55°C (-10°C / +50°C con baterías)	-20°C / +55°C (-35°C / +55°C con NIO activado) (-10°C / +50°C con baterías)	-20°C / +55°C (-35°C / +55°C con NIO activado) (-10°C / +50°C con baterías)	-20°C / +55°C (-35°C / +55°C con NIO activado) (-10°C / +50°C con baterías)
Grado de protección	IP 24D	IP 24D	IP 24D	IP 24D	IP 24D
Dimensiones del producto (mm)	300x320x1050	300x320x1050	405x525x1180	405x460x1180	405x525x1180
Cuadro de maniobra	E1A (incorporado)	73RQ (incorporado)	73RQ (incorporado)	73RQ (incorporado)	EL34 (incorporado)

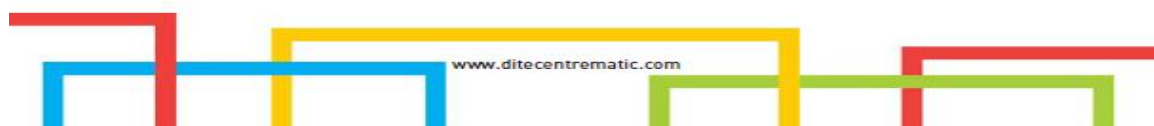
**Anexo 5.** Manual de la barrera vehicular marca Ditec QIK-7EH.

**ENTREMATIC**



**Ditec QIK4E-7EH-7YEH**  
Barrera electromecánica  
(Instrucciones originales)

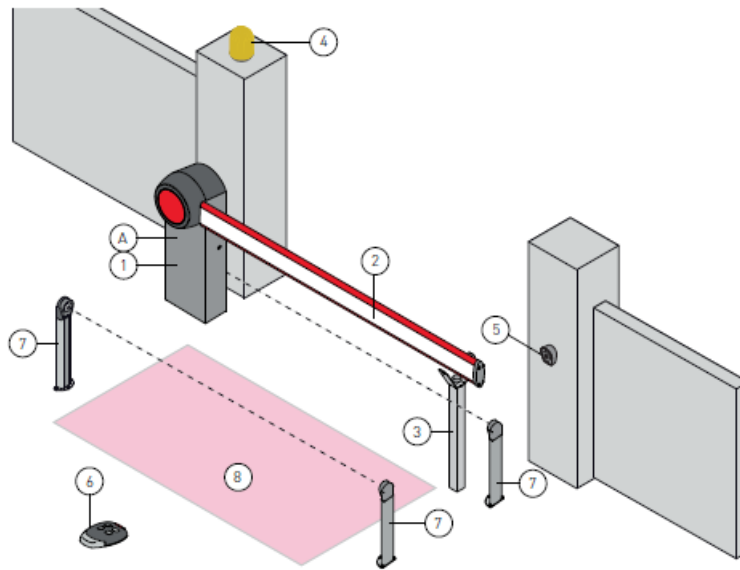
IP1861ES  
Manual técnico



Datos técnicos

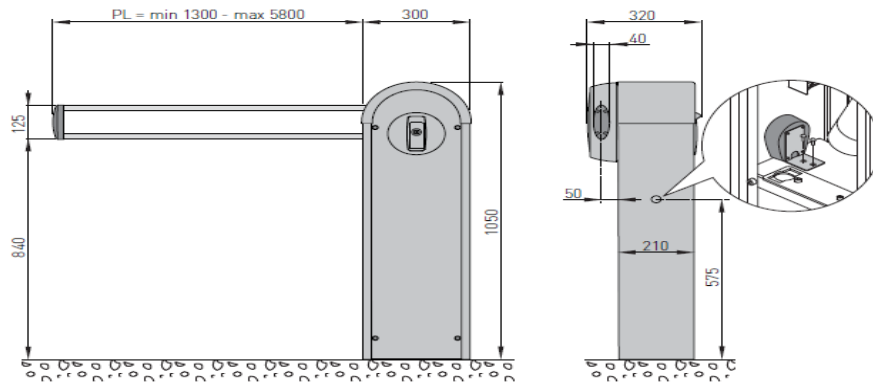
	QIK4E	QIK7EH-QIK7YEH
Alimentación	230 V- 50 Hz	230 V- 50/60 Hz
Consumo	1,5 A	1 A
Fusible	F1,6A	F1,6A
Par	90 Nm	70 Nm
Clase de aislamiento	Clase 1	Clase 1
Tiempo de apertura	4 s / 90°	2-6 s / 90°
Tiempo de cierre	4 s / 90°	2-6 s / 90°
Longitud de la barra (máx.)	3700 mm	6000 mm
Clase de servicio	4 - INTENSO	5 - MUY INTENSO
Intermitencia	S2 = 15 min S3 = 30%	S2 = 60 min S3 = 60%
Temperatura	mín. -20° C máx. +55° C	mín. -20° C máx. +55° C
Grado de protección	IP24D	IP24D
Cuadro electrónico	E1A	EL31R

## Instalación tipo

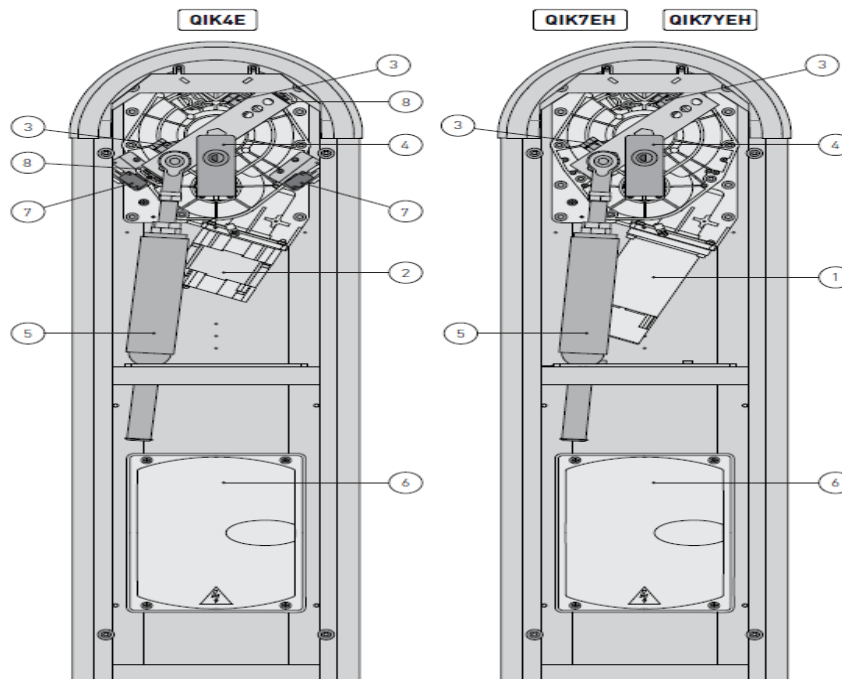


Ref.	Código	Descripción
1	QIK4E	Armario barrera
	QIK7EH	Armario barrera
	QIK7YEH	Armario barrera acero inoxidable
	QIKZ	Base de fijación del armario
2	QIKB37	Barra elíptica 3700 mm
	QIKB50	Barra elíptica 5000 mm
	QIKB60	Barra elíptica 6000 mm
	QIKSN	Articulación para barra elíptica
	QIKBG	Junta para barra elíptica
	QIKLUX	Kit iluminación barra
	QIKC	Paquete de 10 reflectores barra
	QIKAM	Apoyo móvil
	QIKGR	Valla de aluminio 2000 mm
3	QIKAF	Apoyo fijo
	QIKAFE	Apoyo fijo con bloqueo electromagnético
	QIKAFZ	Base de fijación del apoyo fijo
4	LAMPH	Intermitente
5	XEL5	Selector de llave
	LAN4	Teclado de combinación
	LAN7	Decodificador de tarjeta
	XELCA	Columna para accesorios de mando
6	GOL4	Radiocontrol
7	XEL2	Fotocélulas
	XELCB	Columna para fotocélulas
8	LAB9	Detector de espira magnética para control de paso
A		Conecte la alimentación a un interruptor omnipolar de tipo homologado con distancia de apertura de los contactos de al menos 3 mm (no suministrado). La conexión a la red debe realizarse mediante canaleta independiente y separada de las conexiones a los dispositivos de mando y de seguridad.

## Dimensiones



## Componentes principales



Ref.	Código	Descripción
1		Motor 24 V <sub>m</sub> con codificador
2		Motor 230 V-
3		Regulación retén mecánico
4		Desbloqueo de llave
5	QIKM1 QIKM2 QIKM3 QIKM4	Resorte gris Resorte verde Resorte rojo Ø38 mm Resorte rojo Ø51 mm
6		Cuadro electrónico
7		Finales de carrera
8		Patín final de carrera



## Equilibrado de la barra

- Desbloquee el automatismo como se indica en la pág. 100 y ponga la barra en posición vertical de apertura.
- Fije el resorte en la posición correcta y según el sentido de apertura, tal y como se indica en el pág. 13.
- Utilizando las tuercas que hay encima del resorte (véase la ref. [B] pág. 95), comprima el resorte hasta que la barra esté equilibrada en una posición de 5°-30° con respecto al suelo (en esta posición la barra tiene que quedarse quieta o bien tender ligeramente hacia arriba). **ATENCIÓN:** la compresión del resorte debe respetar la medida A indicada en la pág. 95.
- Compruebe además que, en las posiciones terminales de apertura y cierre, la barra se quede parada.



**ATENCIÓN:** no use la fuerza motor en ningún caso para sostener el peso de la barra. Use siempre el resorte de equilibrado.

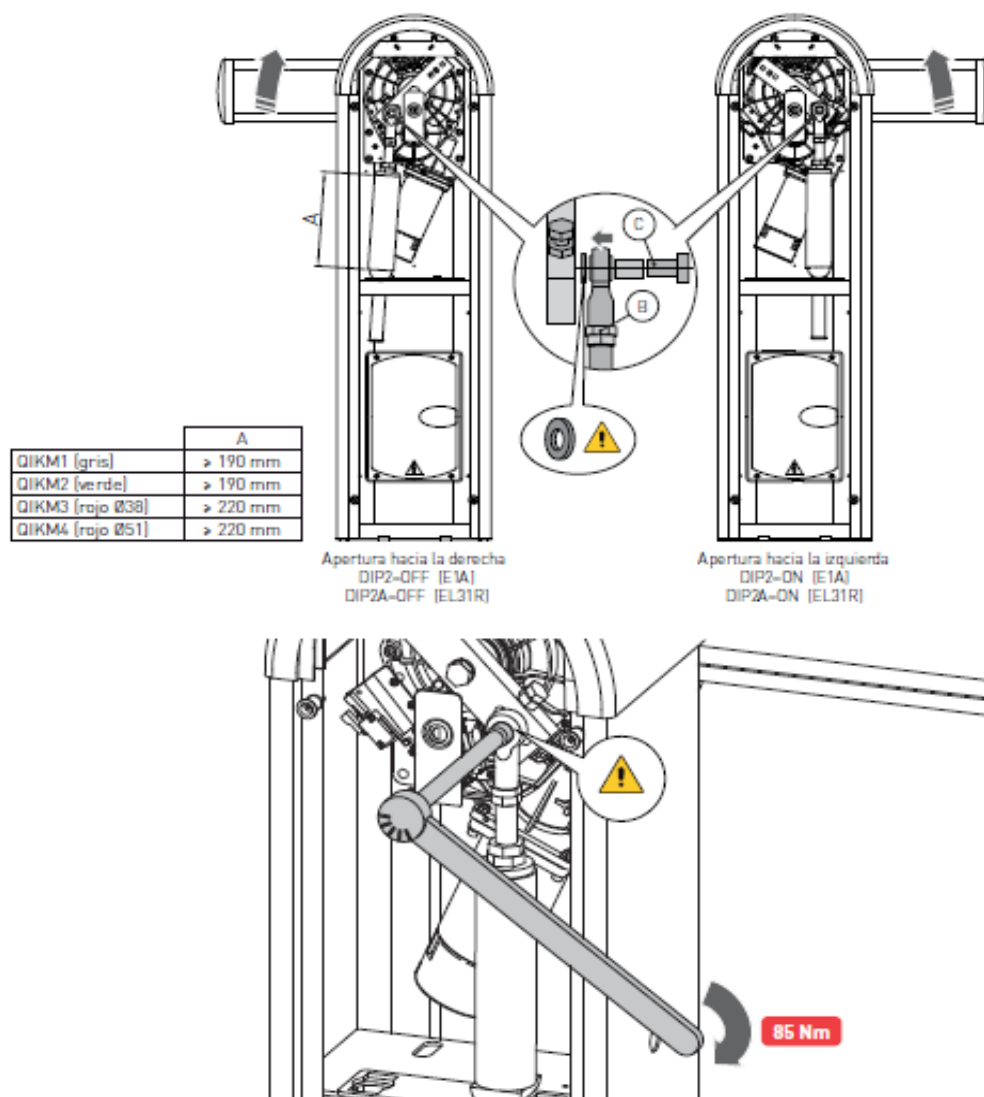
PL (mm)			
1300 - 1699	QIKM1	/	/
1700 - 1999	/	QIKM1	/
2000 - 2499	QIKM2	/	/
2500 - 2999	/	QIKM2	/
3000 - 3499	/	/	QIKM2
3500 - 4499	QIKM3	/	/
4500 - 5199	/	QIKM3	/
5200 - 5800	/	QIKM4	/

PL (mm)			
2500 - 2999	/	/	QIKM2
3000 - 3600	QIKM3	/	/

PL (mm)			
4600 - 5000	/	QIKM4	/



**ATENCIÓN:** para un PL > 4000 mm es necesario utilizar el apoyo fijo QIKAF-QIKAFE o bien el apoyo móvil QIKAM. Para el apoyo fijo con bloqueo electromagnético QIKAFE instalado, hay que utilizar las configuraciones indicadas para el apoyo móvil QIKAM.




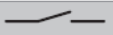


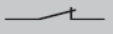
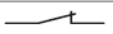
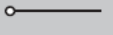
- Seleccione el sentido de apertura como se indica en la figura.
- Monte el resorte utilizando el tornillo específico M12x40 [C] con fijador de rosca, apretando con fuerza como se indica en la figura.
- [QIK4E] Configurar el DIP2 del cuadro electrónico E1A como se indica en la figura.  
[QIK7EH] Configurar el DIP2A del cuadro electrónico EL31R como se indica en la figura.
- Después de haber instalado la barra, regule la compresión del resorte mediante las tuercas [B] hasta obtener la medida A indicada en la tabla.

## Anexo 6. Manual del cuadro electrónico de barrera vehicular QIK 7EH.

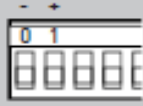


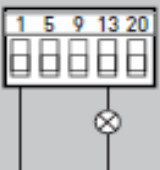
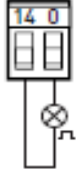
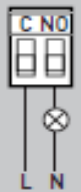
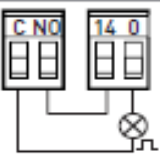
### Datos técnicos.





	CROSS3E	ALTA5EH CROSS5EH CROSS5EH1	ALTA7EH CROSS7EH CROSS7EH1	QIK7EH QIK7YEH
Módulo de memoria	3M1CR3	3M1CR5 3M1CR5C5	3M1CR7 3M1CR7C5	3M1QK 3M1QKC7
Alimentación	230 V~ 50/60 Hz	230 V~ 50/60 Hz	230 V~ 50/60 Hz	230 V~ 50/60 Hz
Fusible F1	F1,6A	F1,6A	F2A	F1,6A
Salida motor	24 V= 8 A	24 V= 9,5 A	24 V= 14 A	24 V= 7 A
Alimentación accesorios	24 V= 0,3 A	24 V= 0,3 A	24 V= 0,3 A	24 V= 0,3 A
Temperatura	min -20° C max +55° C	min -20° C max +55° C	min -20° C max +55° C	min -20° C max +55° C
Grado de protección	IP24D	IP24D	IP24D	IP24D
Frecuencia radio	433,92 MHz	433,92 MHz	433,92 MHz	433,92 MHz
Transmisores memorizables	100 (200-BIXMR2)	100 (200-BIXMR2)	100 (200-BIXMR2)	100 (200-BIXMR2)

### Mandos.



		INVERSIÓN		rotación del movimiento (apertura), durante la fase de cierre.
	1  9	N.C.	STOP	La apertura del contacto de seguridad provoca la parada del movimiento.
	1  9	N.A.	MANDO CON HOMBRE PRESENTE	La apertura del contacto 1-9 activa la función con hombre presente: - apertura con hombre presente 1-5 [con DIP1A=ON y TC=MAX]; - cierre con hombre presente 1-6 [con DIP2B=OFF]. NOTA: los dispositivos de seguridad que hubiera, el cierre automático y las tarjetas de acoplamiento introducidas en la sede AUX se deshabilitan.
<b>CROSS</b>	1  20	N.A.	APERTURA PARCIAL	Con DIP3B=ON, el cierre del contacto activa una maniobra de apertura parcial. Con el automatismo detenido, el mando de apertura parcial efectúa la maniobra opuesta a la que haya precedido a la parada.
			CIERRE AUTOMÁTICO	Con DIP3B=OFF, el cierre permanente del contacto habilita el cierre automático.
<b>QIK</b>	1  20	N.A.	CIERRE AUTOMÁTICO	El cierre permanente del contacto habilita el cierre automático.
	0  11	N.C.	FINAL DE CARRERA CIERRA	La apertura del contacto detiene el movimiento de cierre.
	0  12	N.C.	FINAL DE CARRERA ABRE	La apertura del contacto detiene el movimiento de apertura.
	41 		SAFETY TEST	Con DIP6A=ON, mediante el borne 41, se activa un test de la costa de seguridad antes de cada maniobra. Si se produce un error en el test, el led SA parpadea y se repite el test.



## Salidas y accesorios de barreras vehiculares

Salida	Valor - Accesorios	Descripción
	24 V= 0,3 A	Alimentación accesorios. Salida para la alimentación de accesorios externos, incluidas lámpara estado automatismo.
AUX	SOFA1-SOFA2 GOPAV	El cuadro electrónico lleva un alojamiento para las tarjetas de acoplamiento, tipo receptores radio, espiras magnéticas, etc. El funcionamiento de la tarjeta de acoplamiento se selecciona mediante el DIP1A. <b>ATENCIÓN:</b> la introducción y extracción de la tarjeta de acoplamiento se debe realizar sin que haya alimentación eléctrica.
	MÓDULO MEMORIA	El módulo de memoria permite la memorización de los radiocontroles y la definición del tipo de aplicación del cuadro electrónico (véanse DATOS TÉCNICOS en la pág. 4). En caso de sustitución del cuadro electrónico, el módulo de memoria en uso puede introducirse en el nuevo cuadro electrónico. <b>ATENCIÓN:</b> la inserción y la extracción del módulo de memoria deben efectuarse sin alimentación eléctrica.
	BATK3 2x12 V 2Ah	Funcionamiento con batería. Si hay tensión de línea las baterías se mantienen cargadas. Si no hay tensión de línea, las baterías alimentan el cuadro hasta el restablecimiento de la línea o hasta que la tensión de las baterías desciende por debajo del umbral de seguridad. En éste último caso el cuadro electrónico se apaga. <b>ATENCIÓN:</b> para la recarga, las baterías deben estar siempre conectadas al cuadro electrónico. Controle periódicamente la eficacia de la batería. <b>NOTA:</b> la temperatura de funcionamiento de las baterías recargables se sitúa aproximadamente entre +5°C/+40°C.
	24 V= 3 W	Lámpara estado automatismo (proporcional). La luz se apaga con el automatismo cerrado. La luz se enciende con el automatismo abierto. la luz destella con frecuencia variable durante el movimiento del automatismo.
	LAMPH 24 V= 25 W	Intermitente. Con DIP5A=OFF se activa durante la maniobra de apertura y cierre.
	230 V- 400 W	Luz de cortesía externa. Con DIP5A=OFF puede conectarse en serie al contacto NA una luz de cortesía que se activa durante 180 s con cada mando de apertura (total o parcial), paso-paso y de cierre. <b>⚠ ATENCIÓN: utilice cable con doble aislamiento</b>
	LAMPH 24 V= 25 W	Intermitente. Con DIP5A=ON se activa durante la maniobra de apertura y cierre.

Trimmer		Descripción
VA - VC		VA - Regulación velocidad de apertura. Regula la velocidad de apertura. VC - Regulación velocidad de cierre. Regula la velocidad de cierre.
TC		Regulación tiempo cierre automático. De 0 a 120 s. Con DIP3A=OFF, tras la intervención de un dispositivo de seguridad, la cuenta empieza al liberar dicho dispositivo de seguridad (por ejemplo después de pasar a través de las fotocélulas), y dura la mitad del tiempo configurado con el trimmer TC (50%). ATENCIÓN: con automatismos QIK, el cierre automático es inmediato. Con DIP3A=ON, la cuenta comienza con el automatismo abierto y dura toda la duración del tiempo configurado con el trimmer TC (100%). NOTA: después de la activación del mando de stop, cuando se vuelve a cerrar el contacto 1-9, el cierre automático se activa sólo después de un mando de apertura total, parcial o paso-paso.
TC		Con DIP3B=OFF, el cierre permanente del contacto 1-20 habilita el cierre automático.
CROSS	R1	Regulación fuerza. El cuadro electrónico está dotado de un dispositivo de seguridad que ante la presencia de un obstáculo durante la maniobra de apertura detiene el movimiento, mientras que durante la maniobra de cierre invierte el movimiento.
	R1	Regulación de la fuerza y el espacio de frenada. Regula la fuerza del automatismo. Con DIP7B=OFF, regula el espacio de frenada de la barra en cierre.
QIK		

## Interruptor dip barreras vehiculares

DIP A	Descripción	OFF 	ON 
DIP1A	Funcionamiento del mando 1-5. NOTA: también configura el funcionamiento de la tarjeta de acoplamiento conectada en AUX.	Paso-paso.	Apertura.
DIP2A	Selección sentido de apertura. El sentido de apertura corresponde al del automatismo visto desde el lado inspeccionable.	Apertura hacia la derecha.	Apertura hacia la izquierda.
DIP3A	Renovación del tiempo de cierre automático.	0%	100%
DIP4A	Estado del automatismo al encenderse. Indica la evaluación que el cuadro electrónico realiza del estado del automatismo en el momento del encendido.	Abierto. NOTA: si los finales de carrera están instalados, se recomienda configurar DIP4A=OFF.	Cerrado. NOTA: si no se utiliza el cierre automático, recomendamos configurar DIP4A=ON.
DIP5A	Funcionamiento salida 0-14 y contacto C-NO. Predestello de 3 segundos.	Intermitente y luz de cortesía. Activo sólo con cierre automático	Intermitente, kit de iluminación y electrobloqueo. con TC>3 s.
DIP6A	Safety test borne 41.	Inactivo.	Activo.

DIP B	Descripción	OFF 	ON 
DIP1B	Funcionamiento seguridad de inversión.	Con el automatismo parado, si el contacto 1-8 está abierto, puede activarse la maniobra de apertura.	Con el automatismo parado, si el contacto 1-8 está abierto, se impide cualquier maniobra.
DIP2B	Funcionamiento del mando 1-6.	Cierre.	Stop.
DIP3B	Predestello de 3 segundos, antes cierre, después de una intervención de seguridad 1-8.	Inactivo	Activo
DIP4B	Selección del límite máximo de las fuerzas operativas y regulación del espacio de frenada.	Fuerza de cierre normal y espacio de frenada reducido variable en función de la velocidad.	Fuerza de cierre reducida y espacio de frenada prolongado independiente de la velocidad.
DIP5B	Selección del tipo de frenada.	Inmediata.	Normal.
DIP7B	Regulación del espacio de frenada en cierre.	Permite regular el espacio de frenada a través del trimmer R1.	Frenada fija a 30°.
DIP8B	Sistema electrónico antihielo. Mantiene la eficacia del motor incluso a bajas temperaturas ambientales.	Activo.	Inactivo.

**Anexo 7.** Archivo Excel que contiene las placas analizadas .

Placa	Detección de caracteres	Identificada SI /NO	IMAGEN
TBA-5673	TBA-5673	SI	
XBV-0768	XBV-0768	SI	
LBD-4513	LBD-4513	SI	
PCW-8431	PCW-8431	SI	
LBD-3095	LBD-3095	SI	
GRY-3358	GBY-3358	NO	
HBW-187	HBW-188	SI	
LBB-9426	LBB-9427	NO	
ABK-3687	ABK-3688	SI	
LBA-2783	LBA-2784	SI	

TBO-9134	TBO-9135	SI	
ACZ-0370	ACZ-0371	SI	
LBA-7750	LBA-7751	SI	
PBT-8857	PBT-8858	SI	
PCV-9467	PCV-9468	SI	
PBM-6619	PBM-6620	SI	
PUC-0041	PUC-0042	SI	
PCI-1857	PCI-1858	SI	
LBA-6555	LBA-6556	SI	
GLO-167	GLO-168	No	
PNS-660	PNS-661	NO	

PKH-009	PKH-010	SI	
ABJ-7640	ABJ-7641	SI	
PBX-4153	PBX-4154	NO	
LBA-8677	LBA-8678	SI	
TBC-6300	TBC-6301	SI	
PBO-4228	PBO-4229	SI	
PDQ-5416	PDQ-5417	SI	
PBJ-5415	PBJ-5416	NO	
LBA-5205	LBA-5205	SI	
PZX-0514	PZX-0514	SI	
LBC-1722	LBC-1722	SI	

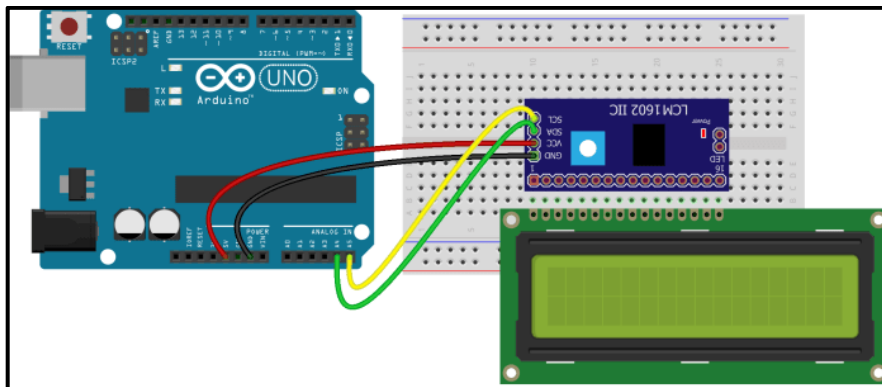


PBA-4282	PBA-4282	SI	
ABL-5696	ABL-5696	SI	
LBA-9645	LBA-9645	SI	
GVS-2918	GVS-2918	SI	
LBC-1852	LBC-1852	SI	
ABH-4975	ABH-4975	SI	
PUC-0041	PUC-0042	SI	
PCI-1857	PCI-1858	SI	
PDL-8399	PDL-8399	SI	
LBA-9390	LBA-9390	SI	
LBD-3095	LBD-3095	SI	

TBO-9134	TBO-9135	SI	
PDQ-5416	PDQ-5417	SI	
LBA-8677	LBA-8678	SI	
TBC-6300	TBC-6301	SI	
GRZ-1302	GRZ-1302	SI	
PBH-3988	PBH-3988	SI	
ABH-4975	ABH-4975	SI	
LCG-082	LCG-082	NO	

**Anexo 8.** Diagramas de conexiones para el prototipo utilizando Arduino.

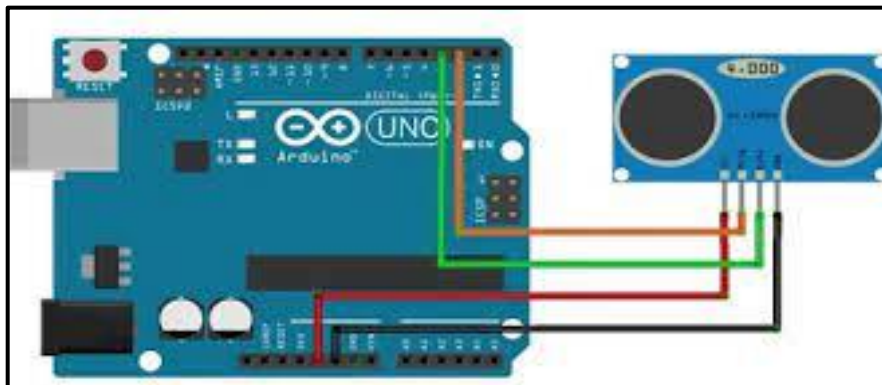
Figura: Diagrama de conexión Arduino pantalla lcd



Fuente: Aprendiendo Arduino – WordPress.com

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/servomotor/>

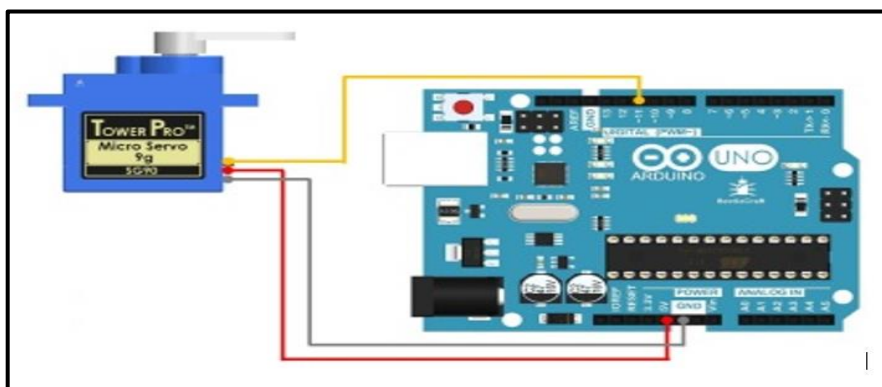
Figura: Diagrama de conexión Arduino con el sensor ultrasónico



Fuente: Aprendiendo Arduino – WordPress.com

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/servomotor/>

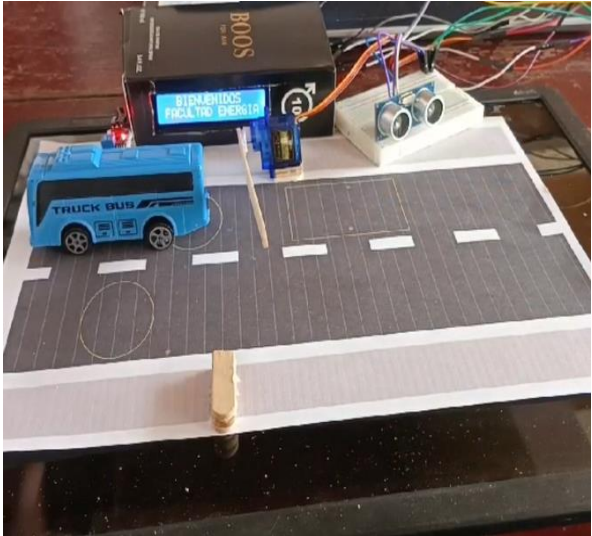
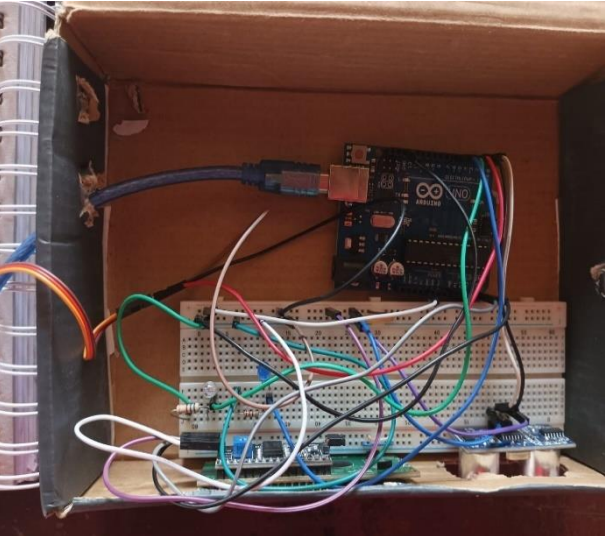
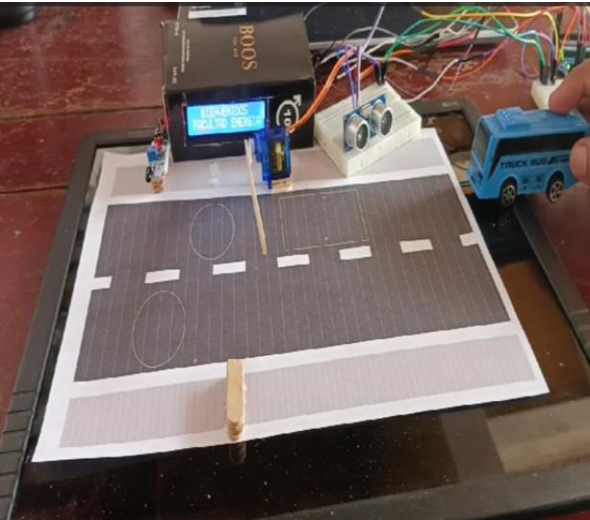
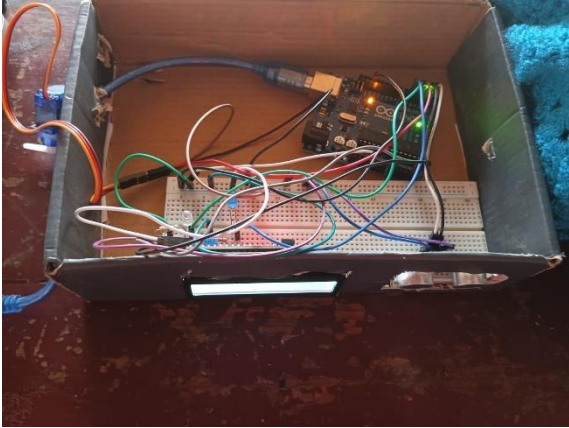
Figura: Diagrama de conexión Arduino con el micro servo motor 9g



Fuente: Aprendiendo Arduino – WordPress.com

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/servomotor/>

Anexo 9. Fotografías de las conexiones del prototipo .



**Anexo 10.** Fotografías de las pruebas realizadas en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa .



## Anexo 11. Certificado de traducción del resumen

Lic. Tatiana Lucia Quezada Chuquirima  
Licenciada en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros

N. celular: 098 001 7691  
Email: [tatiana2quezada@gmail.com](mailto:tatiana2quezada@gmail.com)  
Azuay, Ecuador

Azuay, 31 de agosto de 2023

Yo, Lic. Tatiana Lucia Quezada Chuquirima, con cédula de identidad número 172556721-6, certificada como docente en Pedagogía de los Idiomas Nacionales y Extranjeros, formando parte del Ministerio de trabajo, y siendo docente del CECIB de Educación Básica “Arturo Quesada Mendieta”, certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que la traducción del trabajo de integración curricular “Prototipo de restricción vehicular en el acceso 8 de la Ciudad Universitaria Guillermo Falconí Espinosa” de autoría del estudiante Diego Fernando Quilli Quezada, con cédula de identidad número 1104137607, es verdadero y correcto a mi entender y conocimiento.

Atentamente



Lic. Tatiana Lucia Quezada Chuquirima