



**José Fernando Navacerrada Santiago**

Teniente Guardia Civil

Subdirección General de Sistemas de Información y  
Comunicaciones para la Seguridad (SGSICS)

**INTEGRACIÓN DE LOS SENSORES OCR  
PARA LA PREVENCIÓN E INVESTIGACIÓN  
DE LA DELINCUENCIA**



## INTEGRACIÓN DE LOS SENSORES OCR PARA LA PREVENCIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA DELINCUENCIA

**Sumario:** 1.- INTRODUCCIÓN 2.- MARCO TECNOLÓGICO 2.1.- Tecnología OCR 2.2.- Reconocimiento automático de matrículas. 2.3.- Servicios web. 2.4.- Bases de datos. 3.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA. 3.1.- Diseño. 3.2.- Implementación práctica. 4.- PRUEBAS Y RESULTADOS. 5.- CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN. BIBLIOGRAFÍA.

**Resumen:** Se hace, de todo punto, impensable, que el libre ejercicio de los derechos y libertades como ciudadanos dentro de una sociedad, pueda lograrse fuera de un ámbito de seguridad. La seguridad ciudadana, por tanto, se constituye como elemento vertebrador de la labor de todo cuerpo policial. La Guardia Civil, no en vano, destina gran parte de sus recursos tanto humanos como materiales a la consecución de este fin.

El propósito de este trabajo no es otro sino el de aportar una solución en la que poner, de nuevo, la tecnología al servicio de la ciudadanía, más concretamente al de su seguridad, para que desde diferentes ángulos aportar soluciones que complementen el potencial humano de la Guardia Civil y que en consecuencia aumenten su efectividad y eficiencia.

El sistema que se propone, tratará mediante la utilización de diferentes tecnologías, la captación, transmisión, almacenamiento y explotación de los datos de las matrículas de vehículos para la generación de alertas. Estas alertas tienen la finalidad de facilitar la toma de decisiones y, por tanto, conseguir una repercusión directa en la optimización del trabajo policial referente a la prevención e investigación de delitos.

**Abstract:** It is completely unthinkable that the free exercise of rights and freedoms as citizens within a society can be achieved outside of a security environment. Citizen security, therefore, is constituted as the backbone of the work of all Police Corps. The Guardia Civil, not in vain, allocates a large part of its human and material resources to achieve this goal.

The purpose of this work is none other than to provide a solution in which to put, once again, technology at the service of citizens, more specifically that of their security, so that from different angles provide solutions that complement the human potential of the Guardia Civil and consequently increase its effectiveness and efficiency.

The proposed system will deal with the use of different technologies to capture, transmission, storage and exploitation of vehicle license plate data for the generation of alerts. These alerts are intended to facilitate decision making and, therefore, achieve a direct impact on the optimization of police work regarding the prevention and investigation of crimes.

**Palabras clave:** Reconocimiento Óptico de Caracteres, Reconocimiento Automático de Matrículas, Prevención e investigación de delitos, Seguridad Ciudadana, Integración de Sistemas.

**Keywords:** Optical Character Recognition, Automatic Licence Plate Recognition, Crime prevention and investigation, Public Security, System Integration.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El ser humano, en su devenir a lo largo de la historia, se ha valido de su inteligencia para descubrir nuevos métodos, procesos o formas de proceder. Cambios que, en definitiva, supusieron un avance para la sociedad del momento. La necesidad de mejora unido a la inconformidad presente en la naturaleza humana, han constituido el motor capaz de proyectar la evolución de una manera continua y en la que, a día de hoy, no presenta el menor síntoma de agotamiento.

Las necesidades más básicas por las que el ser humano se ha mantenido en proceso de continua mejora tampoco han variado mucho desde aquel momento en que los primeros hombres comenzaron a habitar la Tierra. Necesidad de relación y comunicación, de asegurar y facilitar la adquisición de alimento, de intimidad, protección y resguardo ante agentes externos, de reproducción para perpetuar la especie, de mantenerse seguro para poder desarrollar su personalidad libremente. Todas ellas han constituido el eje de referencia en base al cual proporcionar nuevas formas de prosperidad. Formas o procesos para obtener un mayor beneficio, mayor durabilidad, menor esfuerzo, mayor eficiencia, etc. En definitiva, todas ellas manifestaciones de evolución.

El extraordinario desarrollo en forma exponencial que, sobre todo en estas últimas décadas, han experimentado disciplinas como la electrónica o la informática ha repercutido notablemente en la calidad de vida de las personas. Han proporcionado nuevas formas de relacionarnos, de gestión de los recursos, de entretenimiento, etc. Por el contrario, este “nuevo Mundo” también ha puesto de manifiesto otro espectro alternativo para la comisión de nuevas formas de delito comprometiendo, aún más, la libertad y seguridad de las personas.

La seguridad, o más bien la falta de ella, ha sido, es y será una preocupación constante para la ciudadanía. Una persona que no está segura en el medio en el que se desarrolla es una persona sujeta al miedo que le produce el verse agredido por cualquier agente externo.

El hecho de que normalmente se viva en sociedad, hace imprescindible la determinación de los valores en base a los cuales las personas se organizan y relacionan. Nuestra Carta Magna en apartado 1 de su artículo 1 “propugna como valores superiores de su ordenamiento jurídico la libertad, la justicia, la igualdad y el pluralismo político” (Constitución Española, 1978). De igual manera, en el apartado 1 de su artículo 17, considerándolo por tanto un derecho fundamental, establece que: “Toda persona tiene derecho a la libertad y a la seguridad.” (Constitución Española, 1978). Por último, en el apartado 1 de su artículo 104 establece quién es el garante de esa libertad y seguridad al determinar que: “Las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, bajo la dependencia del Gobierno,

tendrán como misión proteger el libre ejercicio de los derechos y libertades y garantizar la seguridad ciudadana.” (Constitución Española, 1978).

Se puede constatar que los valores de libertad y seguridad han ido históricamente de la mano y que según la doctrina mayoritaria la potenciación de cualquiera de los dos está directamente relacionado con el detrimento del otro y viceversa. El trasfondo de este asunto parece estar mayormente en conexión con la necesaria e inevitable interrelación existente entre el interés del individuo y el interés de la comunidad. Mientras que una sociedad en la que predominen los intereses individuales tendrá más relevancia el valor de libertad, en aquella otra en la que se de mayor importancia al interés del colectivo, la seguridad del mismo tendrá mayor peso que la libertad del individuo. Según la legislación existente al respecto, la solución pasa por la coexistencia de ambos valores dentro de la sociedad y en la necesidad de no conceptualizarlos como derechos ilimitados, aún en el caso de derechos considerados como fundamentales. Se hace pues inexcusable precisar cómo se va a determinar tal limitación.

Según STC 37/1998, a la hora de limitar cualquiera de los derechos fundamentales se hace necesario un juicio previo de proporcionalidad, así en su texto dice:

*Para comprobar si una medida restrictiva de un derecho fundamental supera el juicio de proporcionalidad, es necesario constatar si cumple los tres requisitos o condiciones siguientes: si tal medida es susceptible de conseguir el objetivo propuesto (juicio de idoneidad); si, además, es necesaria, en el sentido de que no exista otra medida más moderada para la consecución de tal propósito con igual eficacia (juicio de necesidad); y, finalmente, si la misma es ponderada o equilibrada, por derivarse de ella más beneficios o ventajas para el interés general que perjuicios sobre otros bienes o valores en conflicto (juicio de proporcionalidad en sentido estricto).*

En el ámbito de la protección de la Seguridad Ciudadana, tanto el orden legislativo español con la promulgación de las leyes, así como el orden jurisdiccional mediante la correspondiente jurisprudencia, buscan esa orientación hacia la proporcionalidad entre la seguridad colectiva y la garantía de protección de los derechos individuales. Si bien, esta propuesta, es garantista con respecto al hecho de favorecer el pleno desarrollo del individuo en la sociedad en la que vive, deja de manifiesto circunstancias en las que, el mal uso de estas libertades, dificulta la protección de la sociedad como conjunto.

En el caso del Cuerpo de la Guardia Civil, tal situación ha provocado cambios operativos y organizativos, como por ejemplo la nueva distribución territorial. Tales modificaciones, tienen como objetivo el poder elevar un potencial de servicio, ya de por sí mermado por una plantilla deficitaria, circunstancia que ha sido además agravada con la última modificación de la Orden General de prestación del servicio, horario y jornada laboral del personal de la Guardia Civil.

Teniendo en cuenta este planteamiento, se hace cuando menos deseable, el aprovechamiento que ofrecen otro tipo de soluciones, como puede ser el caso de las tecnológicas, para conseguir un aumento sensible en la eficacia de la labor policial.

La propuesta, en este caso, consiste en aprovechar la lectura de matrículas que realizan las cámaras con tecnología de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR, Optical Character Recognition) instaladas en determinados municipios. La obtención de

estos datos, junto con el uso de otro tipo de tecnologías, de uso ya contrastado dentro de la Guardia Civil, posibilitará la implementación de un sistema de alertas en tiempo real que facilite la toma de decisiones y, por tanto, obtener una repercusión directa en la optimización del trabajo policial referente a la prevención e investigación de delitos.

## 2.- MARCO TECNOLÓGICO

### 2.1.- Tecnología OCR

El Reconocimiento Óptico de Caracteres (*Optical Character Recognition*, OCR) es un software que realiza una digitalización de los caracteres contenidos en textos manuscritos, mecanografiados o integrados en imágenes. Un paso previo a la utilización de esta técnica será por tanto proporcionar una imagen digital en la que la información quede contenida en una serie de píxeles. Una vez en este punto, grosso modo, el software trabajará en la búsqueda de patrones entre este conjunto de píxeles que determinen la identificación de los caracteres. Existen diferentes variantes en cuanto al proceso a seguir para esta identificación. El proceso que se va a seguir en esta ocasión es el expuesto en (Sánchez & Sandonís, 2015) y que cuenta de las siguientes fases:

#### *a) Adecuación de la imagen (Preproceso)*

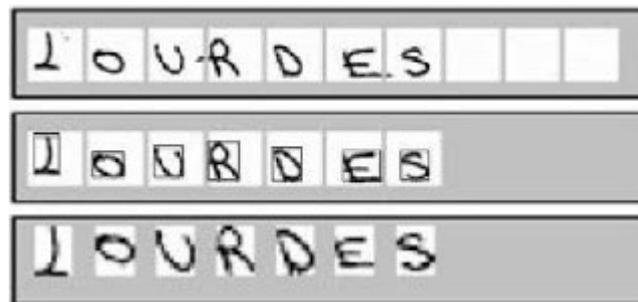
El objetivo de esta fase es el de preparar la imagen para ser tratada. Se eliminarán todas las imperfecciones del documento que no formen parte de los caracteres, se normalizará el tamaño de los mismos y por último se obtendrá una imagen binarizada. La imagen binarizada o imagen binaria se obtiene reduciendo el espectro de colores de una imagen a solamente dos, que serán representados digitalmente con ceros y unos. Normalmente los colores elegidos son blanco y negro. Con uno de ellos se representarán los objetos que aparecen en la imagen y con el otro se representará el fondo de la imagen.

#### *b) Selección de la zona de interés (Segmentación)*

En esta fase, de lo que se trata es de dividir la imagen de forma que en cada una de estas divisiones se encuentre una entidad a reconocer. Una primera división resultará de la práctica de una segmentación horizontal en la que se buscarán dos transiciones, una de blanco a negro y otra sucesiva de negro a blanco. El contenido entre ambas corresponderá a un renglón. Todos estos renglones se almacenarán en una matriz unidimensional.

Una segunda división resultará de la práctica de una segmentación vertical para tratar de aislar los caracteres. En esta ocasión se buscarán los espacios inter carácter existentes entre caracteres que determinan la separación entre ellos. De igual forma que en la segmentación horizontal se buscarán las dos mismas transiciones. La separación de palabras se determinará por una mayor distancia entre caracteres que la correspondiente a la que existe entre los distintos caracteres de una misma palabra. Una vez separado el carácter se hará una operación para la determinación del continente mínimo. En la figura siguiente se muestra el proceso y resultado de la fase de segmentación.

Figura 1: Proceso de segmentación en OCR



Fuente: Sánchez & Sardonís, 2015

c) *Representación digital de la imagen (Extracción de características)*

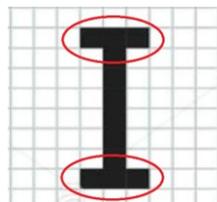
El objetivo de esta fase es encontrar dentro de los caracteres características que definan y discriminen unos caracteres de otros. De esta forma se facilitará el trabajo posterior de reconocimiento.

Algunos ejemplos de este tipo de peculiaridades pueden ser:

1. *Transiciones entre el eje de abscisas y el eje de ordenadas*

Un factor a tener en cuenta al que corresponde la siguiente figura es el número de transiciones del eje horizontal al vertical o viceversa, así como en la situación en la que se produzcan.

Figura 2: Transiciones de horizontal a vertical o viceversa

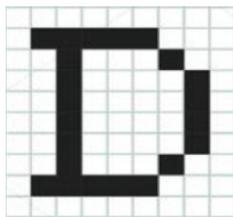


Fuente: Elaboración propia

2. Determinación de superficies cerradas

El descubrimiento de superficies cerradas dentro de un carácter, como muestra la siguiente figura, es un factor muy característico de un número limitado de ellos.

Figura 3: Determinación de superficies cerradas en caracteres

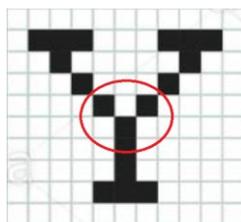


Fuente: Elaboración propia

### 3. Determinación de bifurcaciones

Otro factor determinante que ayudará al reconocimiento de caracteres, como muestra la siguiente figura, será el descubrimiento de bifurcaciones en su trazo. Una vez que se tiene el carácter dispuesto en píxeles no es complicado saber la situación de la bifurcación con respecto al carácter, así como su orientación.

Figura 4: Determinación de bifurcaciones en caracteres



Fuente: Elaboración propia

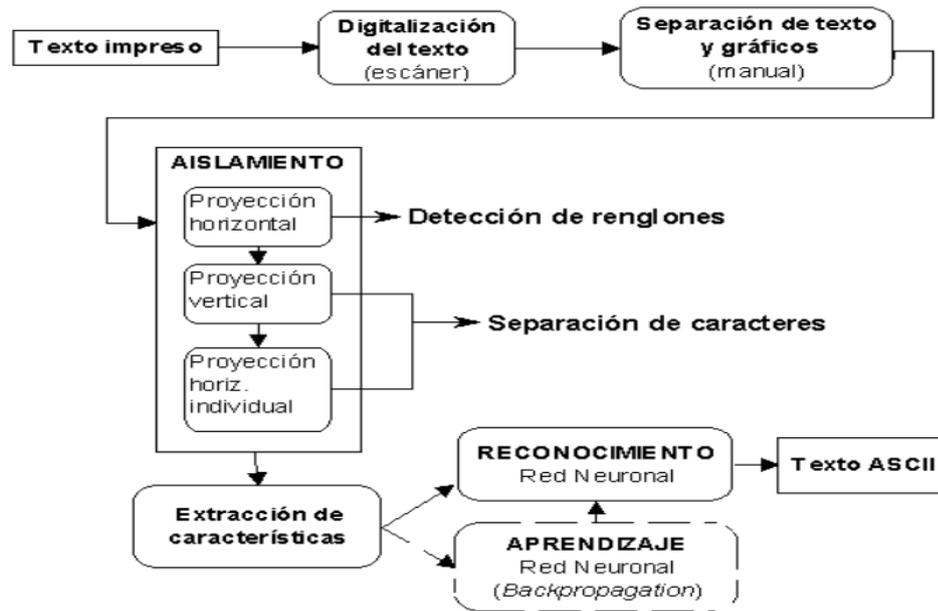
#### d) Distinción del carácter contenido en la imagen (Reconocimiento)

Una vez en este punto, se estaría en condiciones de ir procesando carácter a carácter para lograr su reconocimiento. Para ello, se pueden utilizar distintos tipos de algoritmos de minería de datos entre los que se encuentran: Algoritmo K-NN, árboles de decisión o redes neuronales.

Aunque todos resultan efectivos, las redes neuronales, según la documentación consultada, son los que ofrecen mayor grado de precisión y en consecuencia los mayormente usados hoy en día.

Una vez explicadas todas las fases de las que se compone un OCR, en la figura que se muestra a continuación se muestra un ejemplo de cómo sería un posible diseño simplificado del mismo.

Figura 5: Diseño simplificado de un OCR



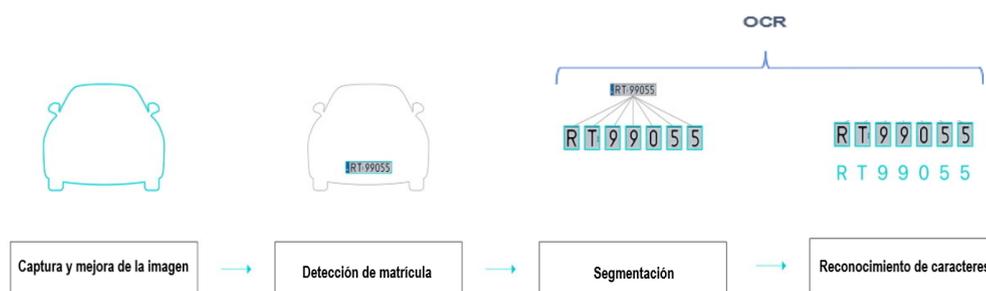
Fuente: Sánchez & Sardonís, 2015

## 2.2.- Reconocimiento automático de matrículas

El Reconocimiento Automático de Matrículas (Automatic Licence Plate Recognition, ALPR), consiste en una tecnología presente en determinadas cámaras o videocámaras y que es usado precisamente para lo que su nombre hace pensar, el reconocimiento de las matrículas de los vehículos presentes en las imágenes captadas por este tipo de cámaras. Pueden hacerlo con el vehículo parado o en movimiento. La velocidad del mismo no parece influir mucho en su correcto funcionamiento pues trabajan con una obturación del orden de 1/10.000. A su vez, presentan gran versatilidad en cuanto a su uso pues pueden seguir siendo utilizadas de noche y en condiciones climatológicas adversas como puede ser con niebla, lluvia, etc. Para solventar este tipo de condicionantes que pudieran imposibilitar obtener un resultado correcto, incorporan la posibilidad de trabajar con visión infrarroja.

Este proceso de obtención de la matrícula utilizando por este tipo de cámaras puede variar dependiendo de la literatura que se consulte al respecto. Un método estándar, que es el que aquí se propone, podría constituirse de las fases que se observan en la siguiente figura.

Figura 6: Fases tipo de un ALRP



Fuente: Elaboración propia

#### a) Captura y mejora de la imagen

Para desarrollar un buen trabajo en las fases posteriores, es fundamental trabajar sobre una imagen con la mejor calidad posible. Hoy en día esta circunstancia no suele plantear un problema mayor por el hecho de que se dispone de cámaras de alta definición a un precio más o menos asequible. Otro factor importante en esta fase, es el ángulo de captura de la imagen, siendo ideal que sea tomada en la perpendicular al vehículo y a una altura similar a la que se encuentra dispuesta la matrícula del mismo.

Una vez se cuenta con la imagen, el siguiente paso en esta fase va a consistir en acondicionarla aplicando una serie de procesos con el fin de presentarla en las mejores condiciones para que se pueda aplicar la fase siguiente.

#### b) Detección de matrícula

Una vez preparada la imagen, el objetivo de esta fase será el de situar la matrícula dentro de la misma. Los algoritmos encargados de tratar esta tarea se fundamentan en uno o, como ocurre en la mayoría de los casos, varias de las siguientes características:

- Dimensiones de la matrícula, como el expuesto en (Hongliang & Changping, 2004) que se basa en el estudio estadístico de las aristas empleando también técnicas de morfología matemática con el fin de encontrar las aristas horizontales y verticales que delimitan la matrícula.
- Situación de la matrícula en el vehículo
- Fondo de la matrícula en cuanto a la variación del color, del brillo o la textura, un ejemplo al respecto puede ser el expuesto en (Shen-Zheng Wang & Hsi-Jian Lee, 2003) que se basa en el mayor nivel de brillo que se produce en el fondo de las matrículas con respecto al resto de la imagen, utilizando tal característica para su localización.
- Tornillos de fijación de la matrícula. Hay matrículas que son fijadas a los vehículos por tornillos. En determinados casos, éstos pueden ser tratados como elementos de reconocimiento.

### c) Segmentación

Esta fase se comporta, básicamente, de la misma forma que en el proceso anteriormente visto sobre OCR, la única particularidad es que los desarrolladores han acondicionado los algoritmos a las particulares características de las matrículas de los vehículos.

### d) Reconocimiento de caracteres

El desarrollo de esta fase coincide completamente y es totalmente aplicable lo expuesto en el apartado dedicado a la tecnología OCR.

## 2.3.- Servicios WEB

Los Servicios Web, más conocidos por su traducción al inglés Web Services, ofrecen la posibilidad de establecer una comunicación remota entre dos computadoras entre las que va a haber un intercambio de datos utilizando la red. Esta operación, será llevada a cabo de forma estandarizada utilizando una misma interfaz mediante la aplicación de una serie de protocolos y un procedimiento establecido.

Esta tecnología cuenta con dos características fundamentales que han determinado en gran medida su expansión, que son:

- **Multiplataforma:** Es independiente de cómo tengan configurados sus sistemas los dispositivos de origen y destino de la información. Ambos utilizarán para comunicarse un mismo protocolo que va a ser el establecido por el servicio web.
- **Modelo distribuido:** Aunque cabe la posibilidad de que únicamente se permita a un cliente el acceso al servicio publicado por un servidor, lo normal es que sean varios o muchos los clientes que hagan peticiones al mismo.

La utilización de esta herramienta se fundamenta en el uso de una serie de protocolos, que definen su funcionamiento en cuanto al establecimiento de la conexión y el flujo de información.

Las dos tecnologías que más se utilizan para la implementación de Servicios Web son *Simple Object Access Protocol (SOAP)* y *Representational State Transfer (REST)*.

## 2.4.- Bases de datos

En el ámbito tecnológico, siempre que se tenga necesidad de almacenar gran cantidad de datos y que los mismos estén disponibles para su consulta o explotación se va a tener que hacer uso de una base de datos, mejor dicho, de un gestor de bases de datos.

En función del propósito que se vaya a tener con los datos, podemos encontrar diferentes tipos de bases de datos. Por ejemplo, podemos encontrar bases de datos transaccionales que están focalizadas a realizar un gran número de envíos y recepciones de información (transacciones) y que pueden ser útiles en el entorno bancario. Otro ejemplo pueden ser las bases de datos documentales orientadas a la indexación de textos completos, muy utilizadas con documentos históricos.

### *a) Bases de datos relacionales*

Teniendo en cuenta el propósito de este trabajo de investigación nos centraremos en un tipo de base de datos en concreto, denominadas bases de datos relacionales. Estas bases de datos presentan un modelo de representación de la información estructurada en tablas, este marco de trabajo va a facilitar las posteriores labores de administración, consulta y explotación. El valor añadido de este tipo de bases de datos es la posibilidad de establecer relaciones entre la información de diferentes tablas, proporcionando, de esta forma, una mayor potencia al hecho de la recuperación de la información.

Antes de empezar a introducir datos en la base de datos, será necesario contar con el modelo de negocio que albergará. A continuación, se elaborará un modelo particular de diagrama denominado diagrama entidad-relación en el que se verá representada la forma en la que se almacenarán y se relacionarán los datos.

Una vez en este punto, se necesitará un gestor de bases de datos encargado del almacenamiento, administración, consulta y recuperación de los datos almacenados. A su vez, serán tarea suya las operaciones de mantenimiento de la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los mismos. Para ello, contamos con diferentes soluciones, cada una de ellas cuenta con su modelo de gestión de una base de datos relacional. Tal es el caso de: Oracle, Amazon Aurora, PostgreSQL, MySQL, MariaDB, Microsoft SQL Server, etc.

## **3.- DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA**

En este apartado se abordará el diseño del sistema en cuanto a los distintos módulos que lo van a componer, así como la interrelación entre los mismos. Seguidamente, este diseño se plasmará en una implementación práctica sobre la cual, se llevarán a cabo las pruebas necesarias para comprobar si se obtiene el objetivo propuesto.

### **3.1.- Diseño**

A la hora de diseñar un sistema, lo primero hay que tener en cuenta son las diferentes necesidades se tienen para conseguir la funcionalidad que se persigue, que no es otra sino comprobar cómo la integración de las cámaras OCR instaladas en determinados municipios, dentro de la infraestructura con la que ya cuenta la Guardia Civil proporciona soluciones más eficaces y más eficientes en relación a la protección e investigación de los delitos que atentan contra la Seguridad Ciudadana.

Teniendo presente este objetivo, se identifica la siguiente relación de necesidades a atender:

- Recolección de datos.
- Transmisión de datos.
- Almacenamiento de datos.
- Comprobación en tiempo real.
- Generación de alertas.

*a) Módulos funcionales*

Teniendo en cuenta estas premisas, se desarrollarán las siguientes cuestiones de diseño que servirán de base a un posterior desarrollo de los módulos funcionales a implementar en la fase práctica:

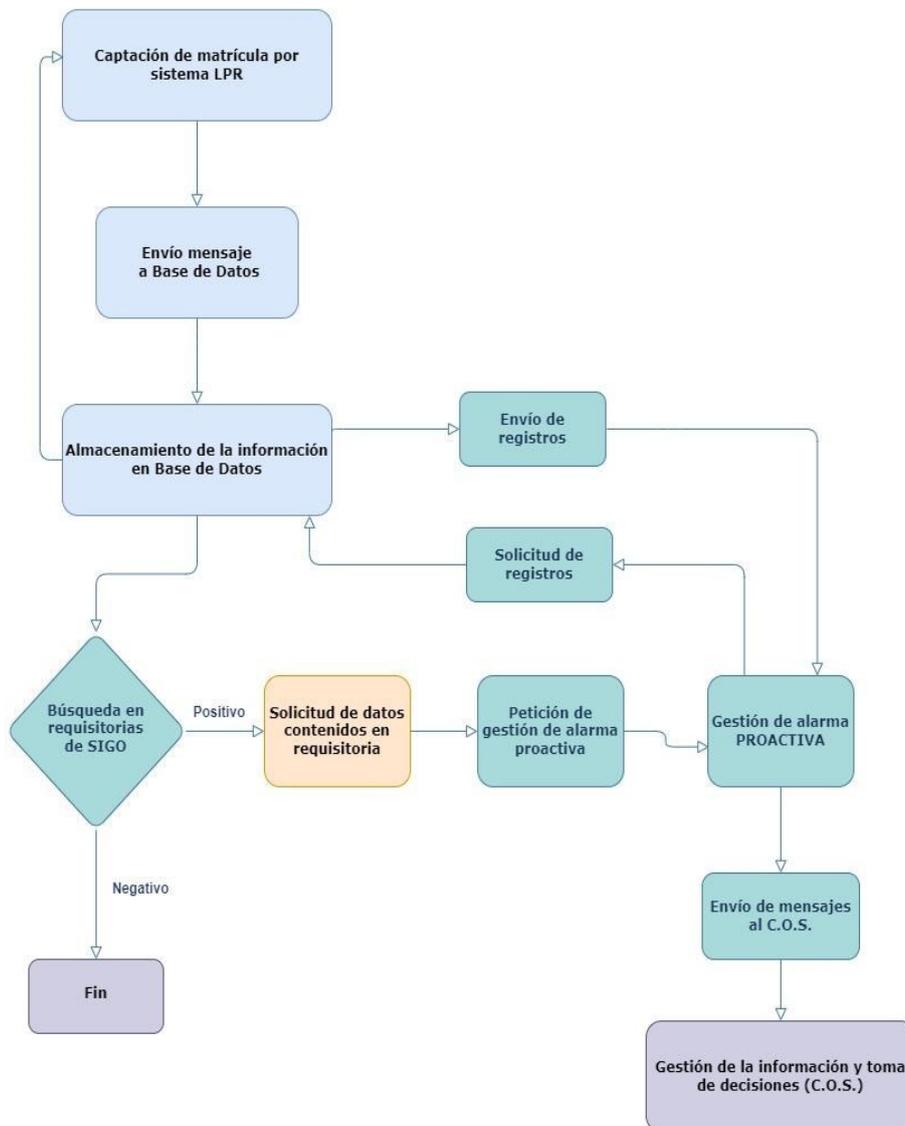
- Captación de datos: Los datos de las matrículas de los vehículos constituyen la información básica y esencial. Un buen trabajo en la captación de datos facilitará un más exacto reconocimiento de las mismas y en consecuencia un mejor funcionamiento del sistema. Se va a emplear la tecnología OCR integrada sobre un ALPR para hacer uso de esta funcionalidad.
- Transmisión de datos: Una vez se cuente con la matrícula a contrastar se hará uso de un Servicio Web para su envío a la Base de Datos implicada de la Guardia Civil. El mensaje SOAP contendrá la matrícula y los parámetros de geolocalización del lugar donde esa matrícula ha sido captada.
- Almacenamiento de datos: Esta información se almacenará en forma de registros en un usuario de Base de Datos creado para tal efecto y a su vez se irán contrastando con las matrículas sobre las que existe una requisitoria en el Sistema Integrado de Gestión Operativa (SIGO), haciendo uso de una rutina creada específicamente con ese propósito.
- Detección y gestión de alertas: Se contemplan dos casos diferentes en base a los cuales generar una alerta en el sistema:
  - Caso proactivo: Se corresponde con la situación en la que la matrícula de un vehículo sido captada por una cámara OCR, la matrícula ha sido enviada, haciendo uso del Servicio Web, a la Base de Datos y en su posterior contraste con SIGO, la respuesta ha sido que ese vehículo tiene registrada una requisitoria. El sistema en este caso generará una alarma proactiva consistente en:
    - Enviar un mensaje SOAP al Centro Operativo de Servicio (COS) de la Comandancia que contenga: datos de la matrícula, demás datos sobre el vehículo extraídos del registro de la requisitoria, momento en el que ha sido captada y la georreferenciación del lugar en el que el vehículo ha sido detectado.
    - Realizar una búsqueda cíclica en la Base de Datos filtrando por la matrícula detectada en busca de nuevos positivos y enviar mensaje SOAP al COS en el que se incluya la matrícula, momento de detección y su nueva georreferenciación.
  - Caso reactivo: Se corresponde con la situación en la que se ha cometido un hecho delictivo en el que se ha hecho uso de un vehículo y la matrícula del mismo ha sido comunicada al COS, momento en el cual se generará una alarma reactiva consistente en:
    - Solicitud por el COS de la Comandancia a la Base de Datos de todos los registros existentes que contengan la matrícula comunicada que se enviarán mediante mensaje SOAP conteniendo datos de la matrícula, momento en el que ha sido captada y la georreferenciación del lugar en el que el vehículo ha sido detectado. Los demás datos característicos del

vehículo como color, marca, modelo, etc., se pueden obtener mediante consulta en SIGO.

- Realizar una búsqueda cíclica en la Base de Datos filtrando por la matrícula comunicada en busca de nuevos positivos y enviar mensaje SOAP al COS en el que se incluya la matrícula, momento de detección y su nueva georreferenciación.
- Con la información disponible el C.O.S. evaluará la posibilidad del establecimiento de un dispositivo de cierre, así como la efectividad de la medida. Si la decisión es de establecerlo, contará con la información necesaria para ir disponiendo a las patrullas en lugares estratégicos en vistas de su posterior detención.

b) Diagrama de flujo de datos en la gestión de la alarma proactiva

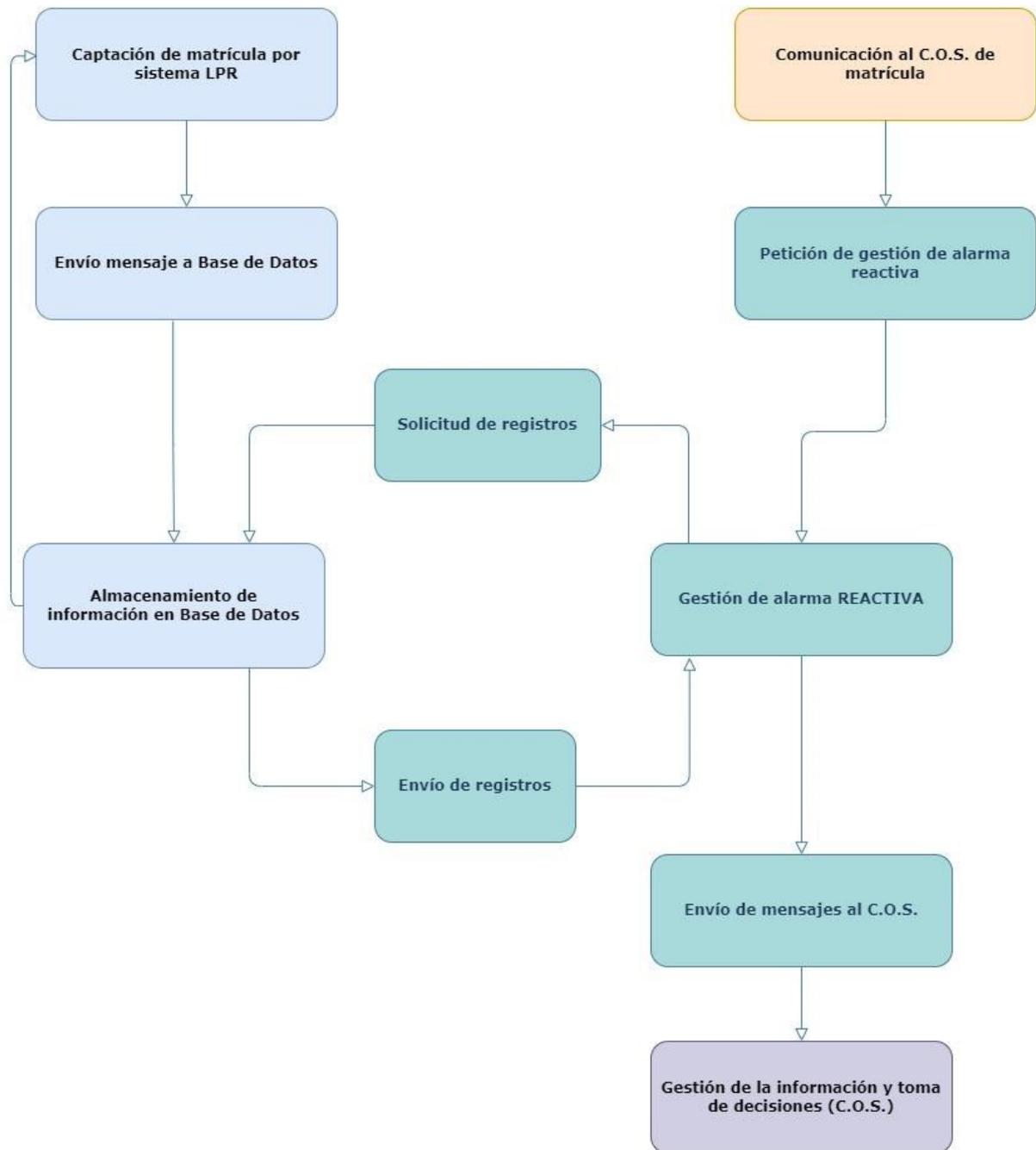
Figura 7: Diagrama de flujo de datos en la gestión de una alarma proactiva



Fuente: Elaboración propia

c) Diagrama de flujo de datos en la gestión de alarma reactiva

Figura 8: Diagrama de flujo de datos en la gestión de una alarma reactiva



Fuente: Elaboración propia

### 3.2.- Implementación práctica

En esta etapa se expondrá de qué especificaciones se hará uso en cada una de las tecnologías intervinientes de la solución que se plantea.

La captación de matrículas se hará mediante el sistema ALPR con el que cuenta la Policía Local del municipio de Las Rozas (Madrid), el cual consiste en una red de 61 cámaras distribuidas en todo el término municipal de las cuales 14 cuentan con tecnología OCR. Estas últimas se encuentran dispuestas en las entradas y salidas de la localidad. La red de cámaras es gestionada por el software LPR Manager, el cual ofrece multitud de posibilidades de configuración entre las que cabe destacar el hecho de poder realizar la búsqueda de una matrícula sin saberla completamente. De esta forma, si se dispone de dos números, o dos letras o cualquier otra combinación se podrán buscar los vehículos que cumplan en su matrícula las características especificadas. También es interesante la búsqueda ajustada a un tramo horario o la búsqueda por el color del vehículo. No se puede dejar pasar, que este tipo de cámaras trabajan sobre una imagen que almacenan y que pueden procesar para, entre otras cosas, discernir el color del vehículo que lleva una determinada matrícula.

*Figura 9: Búsqueda de matrícula con numeración parcial y determinando tramo horario con la aplicación LPR Manager*

The screenshot shows the LPR Manager web application. At the top, there are search filters for 'Fecha' (Date) from 26/03/2021 to 30/03/2021 and 'Hora' (Time) from 00:00:00 to 23:59:59. A search bar contains the partial license plate '93'. The main table displays search results with columns for 'Id', 'Matrícula Detección', 'Matrícula Editada', 'Fecha y Hora', 'Ubicación', 'Lista(s) Negra(s)', and 'Alarma(s)'. Two columns are highlighted with blue vertical bars. To the right, a detailed view of a license plate '93CTM' is shown, including a timestamp '27/03/2021 14:30:38.000', 'CARRIL 1', 'FIABILIDAD 100 %', 'TIPO DE VEHICULO VEHICLE', and 'COLOR DEL VEHICULO GRAY'.

Id	Matrícula Detección	Matrícula Editada	Fecha y Hora	Ubicación	Lista(s) Negra(s)	Alarma(s)
30793817	DZS	DZS	30/03/2021 10:21:46.000	26 AVDA. DOCTOR TOLEDO - AVDA. DE LA CORUÑA (GLORIETA)		
30793800	PSF	PSF	30/03/2021 10:21:04.000	37 AVDA. NTRA. SRA. DEL RETAMAR (HACIA LA GLORIETA DEL POLODESPORTIVO)		
30793791	ZZT	ZZT	30/03/2021 10:20:57.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		
30793732	WGS	WGS	30/03/2021 10:19:22.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		
30793731	ZZT	ZZT	30/03/2021 10:19:21.000	29 C/ CRUCES - C/ JUAN CARLOS CALDERÓN (CTRA. M-505)		
30793717	BMX	BMX	30/03/2021 10:19:00.000			
30793708	BC	BC	30/03/2021 10:18:48.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		
30793709	WG	WG	30/03/2021 10:18:47.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		
30793683	BC	BC	30/03/2021 10:18:12.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		
30793670	YVM	YVM	30/03/2021 10:17:58.000	28 C/ CAÑADILLA - C/ GARCÍA LÓRICA		
30793644	DBC	DBC	30/03/2021 10:17:22.000	26 AVDA. DOCTOR TOLEDO - AVDA. DE LA CORUÑA (GLORIETA)		
30793620	PSF	PSF	30/03/2021 10:16:55.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		
30793597	PSF	PSF	30/03/2021 10:16:25.000	27 AVDA. DE LA CORUÑA - C/ TABERNA (PUENTE A-4)		

*Fuente: Elaboración propia*

En cuanto a la forma de transmisión de los datos se plantea hacerlo mediante Oracle Bus Service (OBS), que es el producto de Web Service implantado en el Servicio de Informática de la Guardia Civil.

Se publicaría una dirección de *Internet Protocol* (IP) mediante protocolo seguro, que provea de conexión a las distintas policías locales que deseen formar parte del proyecto y sobre la que se implementará un Servicio Web utilizando el protocolo SOAP para el intercambio de mensajes de petición y envío de información referente a las matrículas interesadas.

Debido a que hasta el momento no existe acuerdo entre la Federación Española de Municipios y Provincias y el Ministerio del Interior relativo al intercambio de este tipo de información, la transmisión de la misma pasa por el intercambio de un archivo utilizando el protocolo *Comma Separated Value* (CSV) que contenga la información recogida por el sistema dentro de un periodo de 2 días con el que poder realizar las pruebas necesarias de búsqueda de matrículas en la base de datos de la Guardia Civil que contienen las requisitorias sobre vehículos. Por motivos de protección de datos de carácter personal, el archivo CSV proporcionado por la Policía Local de Las Rozas contiene todos los datos reales a excepción de la matrícula. Para seguir adelante con el trabajo de investigación, se ha implementado una rutina a la hora de insertar estos datos en la Base de Datos de forma que el dato matrícula de cada registro es simulado.

En cuanto al almacenamiento de las matrículas registradas por el sistema de cámaras implantado en la localidad de Las Rozas, se crea un usuario de base de datos en una Base de Datos Oracle de las que se encuentran desplegadas en el Servicio de Informática de la Guardia Civil, cuyo esquema contendrá una tabla. Esta tabla almacenará la matrícula del vehículo captado, el momento de captación, las coordenadas de georreferenciación y el incidente que ocasionó el almacenamiento.

#### 4.- PRUEBAS Y RESULTADOS

En este apartado se van a abordar todos los pasos seguidos para la realización de las pruebas y obtención de los datos pertinentes en base a los cuales poder evaluar la consecución del objetivo propuesto. Se hace necesario resaltar que, por motivos de seguridad, todos los nombres referentes a tablas u otros objetos aquí definidos no corresponden con los reales.

*Paso 1:* Tratamiento del archivo CSV, proporcionado por la Policía Local de Las Rozas con el campo matrícula vacío, para la inserción en el mismo de una matrícula simulada.

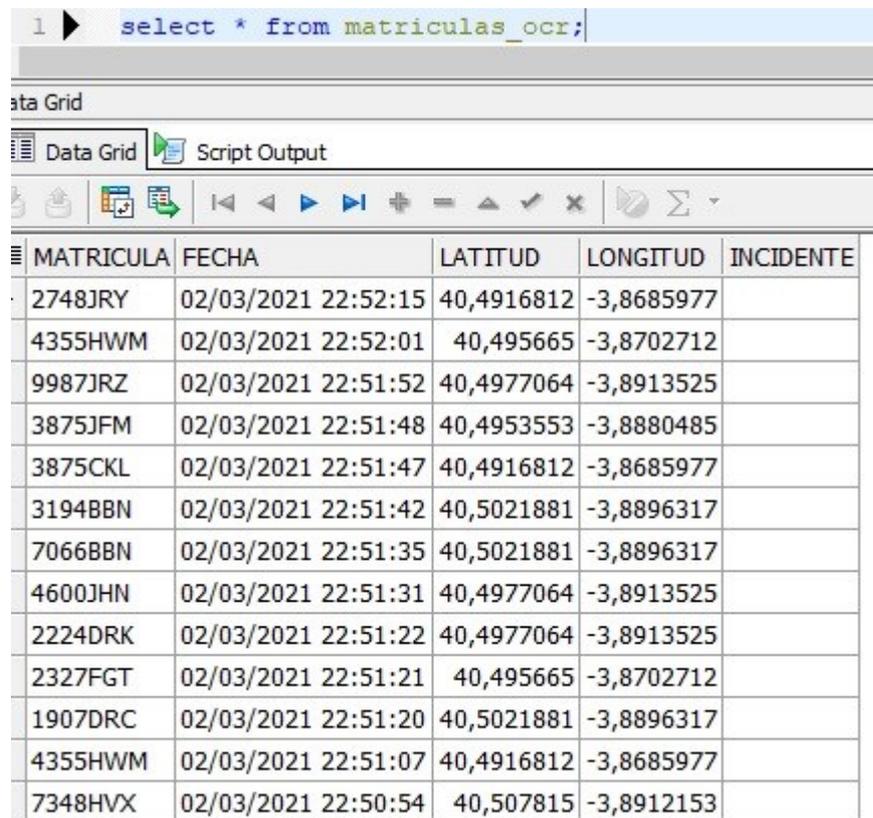
*Paso 2:* Inserción de los 134.000 registros contenidos en el archivo CSV en la tabla de Base de Datos MATRICULAS\_OCR.

A continuación, se muestra la orden de inserción de uno de estos registros:

```
INSERT INTO MATRICULAS_OCR VALUES ('6696JNH',TO_DATE('02/03/2021 23:59:53','DD/MM/YYYY HH24:MI:SS'),40.4953553,-3.8880485,null);
```

Los datos en la tabla MATRICULAS\_OCR quedarían dispuestos de la siguiente forma:

Figura 10: Datos almacenados del sistema en la Base de Datos recolectados del sistema ALPR



The screenshot shows a database interface with a query editor at the top containing the SQL command: `select * from matriculas_ocr;`. Below the editor is a toolbar with various icons. The main area displays a 'Data Grid' with the following data:

MATRICULA	FECHA	LATITUD	LONGITUD	INCIDENTE
2748JRY	02/03/2021 22:52:15	40,4916812	-3,8685977	
4355HWM	02/03/2021 22:52:01	40,495665	-3,8702712	
9987JRZ	02/03/2021 22:51:52	40,4977064	-3,8913525	
3875JFM	02/03/2021 22:51:48	40,4953553	-3,8880485	
3875CKL	02/03/2021 22:51:47	40,4916812	-3,8685977	
3194BBN	02/03/2021 22:51:42	40,5021881	-3,8896317	
7066BBN	02/03/2021 22:51:35	40,5021881	-3,8896317	
4600JHN	02/03/2021 22:51:31	40,4977064	-3,8913525	
2224DRK	02/03/2021 22:51:22	40,4977064	-3,8913525	
2327FGT	02/03/2021 22:51:21	40,495665	-3,8702712	
1907DRC	02/03/2021 22:51:20	40,5021881	-3,8896317	
4355HWM	02/03/2021 22:51:07	40,4916812	-3,8685977	
7348HVX	02/03/2021 22:50:54	40,507815	-3,8912153	

Fuente: Elaboración propia

*Paso 3:* Solicitud y adquisición del rol investigador en Base de Datos SIGO, necesario para poder realizar las consultas pertinentes. Esta necesidad viene derivada de la obligación de justificar el porqué de la búsqueda ante posibles positivos en las consultas de requisitorias. Con la utilización de este rol se pone de manifiesto que la intencionalidad de la búsqueda es meramente investigadora y no operativa.

*Paso 4:* Creación del procedimiento de Base de Datos con el nombre CHECK\_MATRICULAS, cuya finalidad es que se vaya leyendo el campo matrícula de la tabla MATRICULAS\_OCR y lo vaya contrastando con el campo matrícula de la tabla REQUISITORIAS correspondiente a las requisitorias existentes en SIGO.

Los positivos de esta contrastación se irán insertando en otra tabla a la que se ha dado en nombre de POSITIVOS, y que serían sobre los que iríamos demandando nuevos posicionamientos.

*Paso 5:* Una vez realizada la contrastación de datos con la ejecución del procedimiento especificado en el paso anterior, se han obtenido tres positivos con un tiempo medio de consulta por registro de menos de un milisegundo.

Figura 11: Estado de la tabla POSITIVOS una vez ejecutado el procedimiento CHECK\_MATRICULAS

MATRICULA	FECHA	LATITUD	LONGITUD	INCIDENTE	MARCA	MODELO	COLOR	ID_REQUISITORIA
0003LBL	02/03/2021 22:58:46	40,4916812	-3,8685977		BMW	320	GRIS	2365894
0273HCM	02/03/2021 22:42:56	40,4897054	-3,8751304		NISSAN	JUKE	ROJO	5526446
3182DVY	01/03/2021 15:56:31	40,4977064	-3,8913525		TOYOTA	RAV4	BLANCO	3658477
0273HCM	02/03/2021 22:43:44	40,4897054	-3,8751304		NISSAN	JUKE	ROJO	5526446
0273HCM	02/03/2021 23:21:37	40,495665	-3,8702712		NISSAN	JUKE	ROJO	5526446
0003LBL	02/03/2021 22:59:14	40,4916812	-3,8685977		BMW	320	GRIS	2365894
0273HCM	02/03/2021 22:43:26	40,4897054	-3,8751304		NISSAN	JUKE	ROJO	5526446
0273HCM	02/03/2021 22:43:43	40,4897054	-3,8751304		NISSAN	JUKE	ROJO	5526446

Fuente: Elaboración propia

### 5.- CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Con el propósito de adecuar el uso de la información captada por la red de cámaras instaladas con tecnología OCR en el municipio de Las Rozas, así como su gestión por parte del software LPR Manager, al marco legislativo actual, se puso de manifiesto que estos extremos eran regulados por la Ley Orgánica 4/1997, que autoriza la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en lugares públicos, así como el Real Decreto que la desarrolla. Estas normas ponían de relieve la importancia de las figuras del Delegado del Gobierno y de la Comisión de Garantías de la Videovigilancia para la autorización de dichas grabaciones, basándose su aplicación en la valoración de un juicio de idoneidad previo que, ponderara en justa medida, la limitación de ciertos derechos individuales en beneficio de un interés colectivo, como es el de la Seguridad Ciudadana.

Siguiendo con el ámbito de la regulación legal, en el caso de la protección de datos de carácter personal, el uso de las grabaciones hechas en la vía pública por parte de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad cumplirían con lo dispuesto en la Ley Orgánica 7/2021 de protección de datos personales tratados para fines de prevención, detección, investigación y enjuiciamiento de infracciones penales y de ejecución de sanciones penales, transposición de Directiva (UE) 2016/680. Esta Ley Orgánica, marca las directrices de cómo tiene que ser este tratamiento de datos personales cuando establece en su artículo 6 apartado 1 letras c, e y f:

- c) Adecuados, pertinentes y no excesivos en relación con los fines para los que son tratados.
- e) Conservados de forma que permitan identificar al interesado durante un período no superior al necesario para los fines para los que son tratados.

f) Tratados de manera que se garantice una seguridad adecuada, incluida la protección contra el tratamiento no autorizado o ilícito y contra su pérdida, destrucción o daño accidental. Para ello, se utilizarán las medidas técnicas u organizativas adecuadas.

De igual forma, en el artículo 8 apartado 1 de esta Ley Orgánica, hace referencia al plazo que este tipo de datos puede ser conservado al determinar que: *“El responsable del tratamiento determinará que la conservación de los datos personales tenga lugar sólo durante el tiempo necesario para cumplir con los fines previstos en el artículo 1”*.

Una vez comprobado que el tratamiento de datos a explotar era acorde con la legislación actual al respecto, era procedente un segundo juicio de viabilidad, esta vez con estudio de aquellas tecnologías que iban a participar en el diseño de los distintos módulos (captación, almacenamiento, transmisión y comprobación de datos) cuya posterior implementación práctica iba a dar lugar a posibilitar el desarrollo de las pruebas oportunas con las que poder evaluar la consecución de los objetivos marcados en un principio.

Es preciso mencionar que los resultados de las pruebas, en cuanto a medición de tiempos se refiere, se basa en los tiempos medios obtenidos en otros aplicativos desplegados en el entorno Guardia Civil. En los mismos se hace uso de un sistema similar al aquí presentado, como es el caso de la aplicación SIAM utilizada para el registro de vehículos que entran o salen de España o en el caso de la aplicación utilizada para detección de vehículos a velocidad superior a la permitida en las vías de comunicación terrestre.

Debido a la falta de acuerdo entre la Federación Española de Municipios y Provincias y el Ministerio del Interior que regule el intercambio de este tipo de información, se hace imposible el poder implementar el Servicio Web diseñado para realizar la transmisión de datos entre el cliente (Policía Local de Las Rozas) y el servidor de información (Base de Datos de la Guardia Civil).

Las pruebas que se realizaron evaluaron dos tipos de alarma, una proactiva y otra reactiva. El objetivo de ambas era poner a disposición del COS, en tiempo real, información determinante que facilitara el proceso de toma de decisiones tras situaciones que comprometieran la Seguridad Ciudadana.

En el caso de la alarma proactiva se hizo medición del tiempo desde que la matrícula era captada por la videocámara instalada en el municipio hasta que, una vez contrastada la información con las requisitorias de vehículos existentes en la Base de Datos de la Guardia Civil, dicha información era puesta a disposición del COS para la toma de decisión que pudiera proceder. Una vez hecha esta medición, las siguientes mediciones corresponderían a nuevas captaciones realizadas en los sucesivos movimientos del vehículo por el término municipal y su correspondiente puesta a disposición del COS con las que se pudieran corroborar o modificar las decisiones tomadas inicialmente.

En caso de alarma reactiva, el tiempo a medir corresponde a, una vez comunicada al COS la matrícula del vehículo implicado en un hecho delictivo y éste efectuar su petición a la Base de Datos en la que se han ido registrando sus posiciones desde que entró en el término municipal, el tiempo transcurrido entre la petición de la información

almacenada correspondiente a la mencionada matrícula y la puesta a disposición del COS para la evaluación y toma de las decisiones correspondientes.

Teniendo como base a todo lo expuesto anteriormente se extraen las siguientes conclusiones:

- Se considera que, el inconveniente encontrado en cuanto a la falta del acuerdo mencionado para poder realizar el intercambio de datos vía Servicio Web no afecta a la funcionalidad del servicio implementado pues se cuentan con mediciones muy aproximadas a las que podríamos haber obtenido haciendo uso del mismo.
- Se considera que, el inconveniente relacionado con el hecho de no poder contar con matrículas reales por motivos de protección de datos de carácter personal, no ha influido en la comprobación del buen funcionamiento del sistema implementado.
- Un aspecto importante a destacar con respecto a la viabilidad del presente proyecto es que, casi todas las infraestructuras necesarias se encuentran ya implementadas. Tanto por parte de las policías locales (ALPR) como por parte de la Guardia Civil (Bases de Datos, Web Service). De tal forma que, la inversión a realizar en la implantación de este sistema no generaría un impacto económico significativo, circunstancia que dejaría expedita su aprobación en términos presupuestarios.
- Teniendo en cuenta condiciones óptimas de funcionamiento, tanto en el caso del tipo de alarma proactiva como en el del tipo reactivo, el tiempo estimado de respuesta basándonos en otros aplicativos del entorno Guardia Civil y que hacen uso de la misma tecnología, han sido en torno a entre 3 y 4 milisegundos.
- Se comprueba cómo teniendo a disposición estos dos tipos de alarma, el COS contaría, con una herramienta capaz de advertir y poner en alerta al potencial en servicio. De igual forma, pondría hacer uso, de forma cuasi inmediata, de una información de vital importancia a la hora de poder evaluar la situación y tomar las decisiones correspondientes. Esta circunstancia tendría una repercusión directa en el aumento de la eficacia del trabajo policial referente a la prevención e investigación de delitos y en consecuencia de la protección de la Seguridad Ciudadana.
- El aumento de eficiencia que aporta el sistema implementado, vendría determinado por esa inmediatez temporal que haría posible el hecho de contar con una valiosísima ventaja a la hora de tomar unas decisiones correctas en orden a prevenir ciertos delitos o a tener más elementos de juicio para reaccionar en otros que ya se estén cometiendo. De igual manera, la circunstancia de poder contar con esa proximidad temporal entre la ejecución de un acto delictivo y su conocimiento, favorecería el desarrollo de una investigación posterior más eficaz.

Se podrían acometer a raíz de este trabajo, algunas futuras líneas de investigación, proponiéndose las siguientes:

- Propuesta 1: Avanzar en el ámbito legal en cuanto a la celebración de los acuerdos de colaboración necesarios entre la Federación Española de Municipios y

Provincias (FEMP) y el Ministerio del Interior relativo a la compartición y tratamiento de las imágenes proporcionadas por los sistemas CCTV.

- Propuesta 2: Siempre que se tuvieran los permisos necesarios, se podría contar con la posibilidad de disponer, en las Policías Locales que se integraran en el proyecto, de una base de datos en la que se mantuviera la lista de matrículas sobre la que existe requisitoria y que estaría permanentemente actualizada con la correspondiente de Guardia Civil. De esta forma, se haría mucho más ágil el proceso de comparación y obtención de un resultado positivo pues esas comprobaciones se harían en un entorno local. Como resultado de esta operativa se reduciría el tiempo necesario para poner a disposición del COS la información deseada para su evaluación y correspondiente toma de decisiones.
- Propuesta 3: Integración de un módulo diseñado para la obtención de inteligencia a partir de técnicas de minería de datos que complemente la labor proactiva del sistema. Aunque la limitación con respecto al mantenimiento de la información relativa a la imagen y a la matrícula reconocida en la misma, como dato que hace a la persona potencialmente identificable, se limita a un periodo legal de 30 días, este aspecto no influiría en la viabilidad en cuanto a la integración de este módulo, pues esa información no sería necesaria. Los datos que sí almacenaríamos sería el momento en el que ha ocurrido el hecho delictivo, la georreferenciación del lugar y el tipo de hecho cometido. El almacenamiento de estos datos no es contrario ni a la Ley Orgánica 4/1997, que autoriza la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en lugares públicos ni a lo dispuesto en la Directiva (EU) 2016/680 y su transposición la Ley Orgánica 7/2021. En este contexto, no tendríamos límite para almacenar toda la información disponible para llevar a cabo los estudios correspondientes. Así las cosas, dicha inteligencia sería utilizada en cuestiones diarias como puede ser la planificación del servicio, actuando como otro elemento proactivo más a la hora de prevenir la comisión de delitos y por tanto en beneficio de la Seguridad Ciudadana.
- Propuesta 4: Integración de este sistema con el ya implantado de movilidad de forma que, aunque la dirección de las actuaciones seguiría siendo responsabilidad del COS, las patrullas en servicio podrían hacer una mejor interpretación de las órdenes recibidas al contar en sus dispositivos, en tiempo real, con información relativa a la posición del vehículo que hace necesaria la intervención.
- Propuesta 5: Extensión de la aplicación del sistema a polígonos industriales. Con ello se podrían registrar la entrada y salida de vehículos de los mismos a horas intempestivas, así como, facilitar una posible investigación una vez cometidos los hechos delictivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hongliang, B., & Changping, L. (2004). A hybrid license plate extraction method based on edge statistics and morphology. In Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. (Vol. 2, pp. 831-834). IEEE.
- Sánchez, C., & Sandonís, V. (2015). Reconocimiento óptico de caracteres (OCR).

- Wang, S. Z., & Lee, H. J. (2003, October). Detection and recognition of license plate characters with different appearances. In Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (Vol. 2, pp. 979-984). IEEE. doi:10.1109/ITSC.2003.1252632 Recuperado de <https://www.monografias.com/trabajos108/filtros-y-convoluciones/filtros-y-convoluciones2.shtml>

## LEGISLACIÓN Y JURISPRUDENCIA

- Constitución española, (1978). (BOE 311, de 29 de diciembre de 1978)
- Ley Orgánica 4/1997, de 4 de agosto, por la que se regula la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en los lugares públicos. sobre utilización de videocámaras por las FFCCSS. (BOE 186, de 4 de agosto de 1997)
- Sentencia del Tribunal Constitucional 37/1998, de 17 de febrero de 1998.
- Real decreto 596/1999, de 16 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley Orgánica 4/1997, de 4 de agosto, por la que se regula la utilización de videocámaras por las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad en lugares públicos. (BOE 93, de 19 de abril de 1999)
- Directiva UE 2016/680, DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de abril de 2016 relativa a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales por parte de las autoridades competentes para fines de prevención, investigación, detección o enjuiciamiento de infracciones penales o de ejecución de sanciones penales, y a la libre circulación de dichos datos y por la que se deroga la Decisión Marco 2008/977/JAI del Consejo (Diario Oficial de la Unión Europea, de 4 de mayo de 2016)
- Ley Orgánica 7/2021 de protección de datos personales tratados para fines de prevención, detección, investigación y enjuiciamiento de infracciones penales y de ejecución de sanciones penales. (BOE 126, de 27 de mayo de 2021).

