INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CULIACÁN

Ingeniería en Sistemas Computacionales

Tópicos de Inteligencia Artificial

Hora: 12:00 – 01:00 PM

Sistema de Detección de Placas vehiculares

Equipo:

Peña López Miguel Ángel

Robles Rios Jacquelin

Docente:

Mora Félix Zuriel Dathan

Culiacán, Sinaloa

15/11/2025

1 Índice

2 Introducción

El Sistema de Detección de Matrículas es un proyecto integral el cual debe contener varias capas de aplicaciones para su funcionalidad, cuyo objetivo es desarrollar una solución tecnológica capaz de identificar y reconocer automáticamente las matrículas de los vehículos a partir de imágenes o transmisiones de video.

Una vez detectada la matrícula, el sistema la asocia con la información de su respectivo propietario, almacenada en una base de datos.

3 Objetivo

Crear un sistema integral y eficiente de detección y reconocimiento de matrículas capaz de identificar los números de matrícula de los vehículos y vincularlos instantáneamente con la información de sus propietarios en una base de datos.

3.1 Objetivos específicos

- Creación de una base de datos que contenga los datos de los vehículos, usuarios, y propietarios de un reporte o incidencia que se realice en la aplicación
- Implementación de un sistema de vinculación o mejor dicho de un WebServices que funcione como el servidor de peticiones que se hagan de parte de los clientes que manejen la aplicación en cada uno de sus dispositivos
- Creación de un modelo donde este tenga el objetivo de la detección de placas vehiculares al momento de tomar imagen.
- Creación de un servidor donde alojar el modelo del modelo para recibir peticiones y estar vinculado a su vez con la aplicación móvil.
- Uso de extensiones o herramientas que ayuden a la decodificación de una imagen tomada por el modelo detector de placas para así utilizar un OCR (Optical Character Recognition) y saber cual es el valor de cada placa y vincularla con su propietario en la base de datos.
- Creación de una aplicación móvil para que todos los usuarios puedan tener acceso a ella sin ningún problema ya contando dentro.
- Elaborar documentación exhaustiva de: Manual de usuario y documentación técnica de instalación, así como su desarrollo del sistema para garantizar su entendimiento, usabilidad, mantenimiento y futura expansión del sistema

4 Descripción del problema

Actualmente en las ciudades con poblaciones donde los vehículos transitan en las vías publicas ya sean calles, autopistas, avenidas, se suele infringir diferentes tipos de incidencias vehiculares que alteran el orden público, por ejemplo en un estacionamiento el uso de lugares exclusivos para personas discapacitadas, Invadir zonas verdes para utilizarlas como estacionamiento o utilizar banquetas para estacionarse este tipo de incidencias para reportarlas suele ser un proceso nulo o manual y lento donde usualmente no se le aplica una sanción plena en sí. A la hora de la verificación rápida del propietario, control de accesos, gestión de estacionamientos o apoyo a la aplicación de la ley no es del todo eficaz, además no suelen ser escalables o los dejan pasar con el tiempo.

El problema que se aborda es la falta de un sistema automatizado, preciso y en tiempo real que integre la tecnología de visión artificial con una base de datos relacional para vincular una matrícula de un vehículo visible con la identidad de su propietario.

5 Justificación

El desarrollo del sistema de detección de matrículas “deTec” se justifica por su alto impacto potencial ya que en seguridad y aplicación de la ley permite una identificación vehicular rápida y precisa en casos de infracciones, vehículos robados o seguimiento de sospechosos, mejorando la capacidad de respuesta y la eficiencia de las autoridades.

El uso de procesos manuales siempre ha sido uno de los principales cambios que se busca con la tecnología, gracias al desarrollo de este reduce la dependencia de la intervención humana, minimizando los errores y liberando recursos que pueden destinarse a otras tareas.

La innovación tecnológica que se usa en el proyecto sirve como una excelente demostración práctica de la integración de tecnologías de inteligencia artificial (visión artificial) con sistemas de gestión de bases de datos, aportando valor técnico y educativo.

6 Desarrollo del sistema

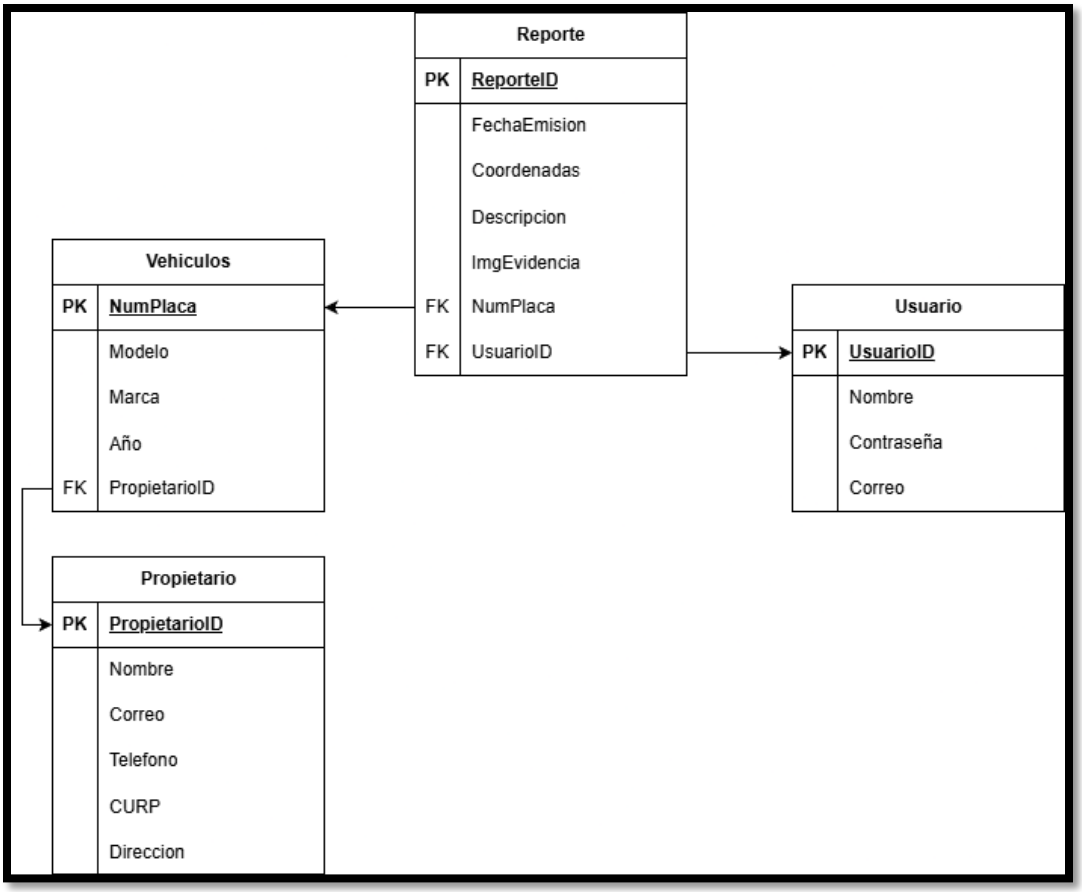
Para el desarrollo del software detector de placas se necesitan 3 capas importantes a abordar en este sistema:

6.1 Base de datos

Se necesita una correcta selección de un buen SGBD, para ello se decidió utilizar el padre de todas las consultas de querys que son óptimas para la web, PostgreSQL por su robustez, estabilidad y amplio soporte para hosteo de páginas web

Para que la BD funcione para todos los usuarios se ha buscado el hosteo de la BD dentro de la web usando páginas dedicadas al hosteo de proyectos, en este caso Render, donde maneja protocolos de certificación de seguridad de datos a la hora de hacer comunicación con otros componentes de proyectos

6.1.1 Esquema de la BD usando un diagrama EMR:



6.2 Modelo de Visión Artificial

6.2.1 Obtención

Para la obtención de un dataset de entrenamiento donde se encuentre fotos de placas vehiculares se toma en cuenta el uso de plataformas como Roboflow, donde ahí mismo se descargaron 2 datasets donde venían alrededor de 800 imágenes de placas vehiculares.

6.2.2 Pre-procesamiento

El dataset obtenido de parte de roboflow venia ya con aumentación de datos usando diferentes PDI o capas convolucionales como filtros y algunas rotaciones mínimas, además de contener un archivo de "_anottations.txt" donde se alojan las etiquetas o cajas delimitadoras de cada imagen donde se encuentran las placas, esto siendo de utilidad como detector de características principales de las imágenes lo cual fue utilizado en el entrenamiento del modelo final.

6.2.3 Selección de la arquitectura para el modelo

Hay muchas arquitecturas pero la idea para el proyecto es la conocida como la de "detector de objetos" donde hay arquitecturas y librerías en los lenguajes de programación de alto nivel que ayudan a enfocarnos en nuestros propósitos de proyectos: en nuestro caso se tomó la decisión de usar "**YOLO (You Only Look Once)",** una de las arquitecturas mas recomendada para aplicaciones en tiempo real o casi real, como la detección de matrículas, debido a su velocidad y eficacia.

6.2.4 Definir parámetros de entrenamiento

Parámetros clave del entrenamiento:

- **data='data.yaml'**: Le dice a YOLOv8 dónde encontrar tu *dataset* de entrenamiento, validación y prueba. Este parámetro apunta al archivo de configuración YAML, donde se definen las rutas de las carpetas (train/images, valid/images, etc.) y el nombre de tu clase (placa).
- **epochs=20**: Especifica el número de **épocas** o ciclos completos de entrenamiento. El modelo revisará, aprenderá y ajustará sus pesos utilizando todas las imágenes de tu *dataset* de entrenamiento exactamente 20 veces.
- **imgsz=640**: **Función:** Define el tamaño al que todas las imágenes de tu *dataset* serán redimensionadas antes de ser alimentadas a la red. Usar un tamaño estandarizado (640x640 píxeles) es necesario para que el modelo funcione correctamente.
- **patience=20:** Establece un criterio de parada temprana (*Early Stopping*). Si el modelo no mejora sus resultados (métricas de validación) durante 20 épocas consecutivas, el entrenamiento se detendrá automáticamente. Esto evita el sobreajuste (*overfitting*) y ahorra tiempo de cómputo innecesario.

- **batch=16:** Define el tamaño del lote (*batch size*), es decir, el número de imágenes que la GPU procesa simultáneamente en cada iteración antes de actualizar los pesos de la red neuronal.
- **degrees=15.0:** Aplica una técnica de aumento de datos (*Data Augmentation*) rotando aleatoriamente las imágenes de entrenamiento hasta ±15 grados. Esto es fundamental para detectar placas, ya que permite al modelo reconocer matrículas en vehículos que no están perfectamente horizontale.
- **perspective=0.0005:** Introduce una ligera distorsión de perspectiva a las imágenes durante el entrenamiento. Este parámetro ayuda al modelo a generalizar mejor y reconocer placas que no son vistas totalmente de frente (visión frontal plana), sino que presentan cierta inclinación o profundidad debido al ángulo de visión de la cámara.

6.2.5 Evaluar

Para la correcta evaluación del modelo hay que tomar en cuenta las siguientes variales y seguir un estándar para ver si un modelo es correcto:

- **mAP50**: El modelo alcanzó una precisión media de **0.991**. Este resultado indica una capacidad casi perfecta para detectar la *existencia* de una placa dentro de la imagen, validando que el modelo distingue correctamente el objeto de interés frente al fondo en prácticamente todos los escenarios de prueba.

- **mAP50-95:** Se obtuvo un valor de **0.824**. Dado que este proyecto precede a una etapa de OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres), este es el indicador más crítico. Un 82.45% demuestra que las cajas delimitadoras (*bounding boxes*) se ajustan con gran exactitud a los bordes de la placa, asegurando que no se corten caracteres necesarios para la lectura posterior.

- **P:** El modelo presenta una precisión del **99.05%**. Esto significa que el índice de "falsos positivos" es extremadamente bajo; es decir, cuando el sistema afirma haber encontrado una placa, tiene una certeza del 99% de que realmente es una placa y no otro objeto rectangular (como un letrero o una etiqueta)

- **R:** El modelo alcanzó una sensibilidad del **0.97**. De las 108 placas reales presentes en las imágenes de validación, el sistema logró recuperar e identificar correctamente el 97% de ellas, demostrando que es muy difícil que una placa pase desapercibida por el detector.

6.3 Web Services

Un **Web Service** es un método de comunicación que permite a dos sistemas de software, escritos en diferentes lenguajes y ejecutándose en diferentes plataformas, intercambiar datos a través de una red utilizando protocolos estándar como **HTTP** y **HTTPS**.

Para nuestro proyecto de detección de placas y registro de reportes de placas de vehículos, el Web Service es necesario ya que permite enfocarse en atender peticiones de parte de la aplicación, para ello hay diferentes tecnologías que facilitaran esta propósito, he aquí la estructura del Web Service que realizamos.

6.3.1 Proyecto de Python

Para dar comienzo al Web Services es necesario crear una aplicación que inicie el servidor y siempre este escuchando a un puerto especifico para estar abierto a peticioens que venga de afuera y llegue por el puerto establecido como comunicación.

6.3.2 Modelos

Hay que darle la estructura a nuestro proyecto para que reconozca los objetos con los que manejara para hacer uso de la BD y a su vez recibirlo de la web. Para hay que crear los archivos siguientes dentro de la carpeta de models:

- Propietario.py
- Reporte.py
- Usuario.py
- Vehiculos.py

El objetivo principal de estos archivos es la representación de las tablas de la BD y guardarlas en clases que se puedan usar para la creación de API's en el Web Services en lugar de usar querys SQL como cadenas de texto, este termino se le conoce **como ORM (Object Relational Mapping)** Estos objetos son accesibles para Python, en lugar de escribir sentencias SQL puedes usar estos objetos que tienen propiedades SQL

6.3.3 Servicios

Carpeta donde iran aquellas API's o Servicios que brindara nuestro web services, estos deben ir separados por sus objetivos de servicio:

- propietarioService.py
- reporteServices.py
- usuarioServices.py
- vehiculoServices.py

Aquí dentro van aquellas responsabilidades de peticiones CRUD para cada clases, desde creación de usuarios, hasta levantamiento de reportes, además dejando el proyecto con la potencialidad de ser escalable agregando mas servicios o API's que ayuden a la aplicación,

Para la creación de API's se usa la librería "Flask" y "Database" donde estas permiten crear "planos o blueprints" que son el esquelo de las peticiones o plantilla de los servicios para posteriormente hacerlos llamar cuando la app.py se vaya a iniciar y que estos servicios estén levantados y funcionando y a la espera de ser invocados por peticiones

6.3.4 Inicialización del proyecto

La clase más importante: "**app.py**" donde se ligan todos los servicios y se establece la cadena de conexión a la BD, junto con la acción de "abrir el puerto destino" donde estará a la espera de peticiones de la web

- **Inicialización**
  Flask el framework principal para la construcción de la aplicación, se le asigna a una variable app, a esta misma se le establece que pueda recibir peticiones de navegadores externos con Flask_CORS, y la conexión y funcionalidad del ORM

- **codificaciones de JSON UTF-8**
  Estándar para aceptar cualquier carácter con tildes o ñ

- **Configuración de la BD**
  Usa la cadena de conexión que es llamada por la variable DATABASE_URL esta se establece en la pagina de hosteo para que pueda ser alojada la BD ahí mismo y conectarse a la BD Web

- **Configuración ORM:**
  Carga la URL de conexión en la configuración de SQLAlchemy y con db puede inicializar el objeto ligado a la app usando: "db.init_app(app)"

- Importación de modelos
  from models.Propietario import Propietario
  from models.Vehiculos import Vehiculos
  from models.Reporte import Reporte
  from models.Usuario import Usuario

- Importación y registro de Servicios
  from services.reporteServices import reporte_bp
  from services.usuarioServices import user_bp
  from services.vehiculoServices import vehiculo_bp
  from services.propietarioServices import propietario_bp

- Ejecución del servidor
  if __name__ == "__main__":

app.run(host="0.0.0.0", port=5000, debug=True)

6.3.5 Despliegue en la web

Para que el servicio de hosteo en Render funcione puede variar según la pagina de hosteo, en este caso solamente con la conexión del repositorio en Git y dos archivos llamados

- **Procfile**
  Define el comando de inicio y el tipo de proceso principal de tu aplicación. Es esencial para entornos de producción, ya que le indica a Render qué comando exacto debe usar para que tu servidor Flask se ponga en marcha y escuche las peticiones en el puerto.
- **Requirements.txt**
  Aquí se le indica a Render que antes de arrancar debe instalar las dependencias que se encuentren dentro de este archivo

6.4 Model server

6.4.1 Objetivo y arquitectura

El servidor que aloja un modelo de detector de objetos en la web se conoce generalmente como un **servidor de inferencia** o **servidor de modelos (Model Server)**.

Función: Cuando recibe una imagen a través de una solicitud HTTP/REST, ejecuta el modelo YOLOv8 y devuelve el resultado (las coordenadas de la placa y su etiqueta). El servicio implementa un flujo de **detección de dos etapas** que combina la visión artificial con el Reconocimiento Óptico de Caracteres (EasyOCR).

6.4.2 Servicios

Solo tiene una única API

MÉTODO	API	FUNCIÓN	ENTRADA	SALIDA
POST	/analizar	Procesa la imagen subida, detecta placa y extrae texto	Imagen que se agrega a temp: multipart/form-data	JSON: { "placa": "VLD817D", "confianza": 0.85 }

6.4.3 Flujo de procesamiento y Optimización

El código esta diseñado para ser eficiente en entornos de producción, especialmente en la gestión de memoria VRAM/RAM minimizando la latencia de la predicción.

FASE A: Recepción y preprocesamiento de la imagen para API

Paso	Código clave	Explicación
Recepción	request.files['imagen']	El servidor recibe el archivo binario de la imagen a través de la petición POST.
Decodificación	cv2.imdecode(npimg, ...)	La imagen binaria se decodifica en un formato legible por OpenCV (NumPy Array), preparándola para el procesamiento visual.
Optimización	if width > 640: ... cv2.resize(...)	Las imágenes de celulares son grandes y consumen mucha memoria. El código redimensiona la imagen a un ancho máximo de 640 píxeles. Esto reduce el consumo de RAM en órdenes de magnitud y acelera la inferencia de YOLO.

FASE B: Detección de objetos YOLOv8

Paso	Código Clave	Explicación
Inferencia	model = YOLO('best.pt'); results = model(frame)	Se carga el modelo **YOLOv8** entrenado (best.pt) y se ejecuta la detección en la imagen pre-procesada. El modelo devuelve las coordenadas exactas de las placas detectadas.
Recorte (Crop)	crop = frame[y1:y2, x1:x2]	Se recorren los resultados y se utiliza OpenCV para recortar las regiones de interés (ROIs), aislando la placa.
Liberación de Memoria	del model; gc.collect()	**Optimización Crítica:** Las librerías de ML como ultralytics pueden retener la memoria de la GPU/RAM. Las llamadas explícitas a del y al *Garbage Collector* (gc.collect()) liberan los recursos de la GPU inmediatamente después de la detección, evitando saturación del servidor.

FASE C: Reconocimiento de Caracteres con EasyOCR

Paso	Código clave	Explicación

Inicialización OCR	reader = easyocr.Reader(['es'], gpu=False)	Se carga la librería EasyOCR, configurada para el idioma español ('es').gpu=False para entornos de *hosting* compartido sin GPUs dedicadas.
Lectura de texto	ocr_result = reader.readtext(crop)	EasyOCR lee los caracteres de la placa recortada.
Filtrado	if len(limpio) > 3 and conf > confianza_max	Se filtra el texto detectado, priorizando las detecciones de alta confianza y los fragmentos de texto con más de 3 caracteres (para descartar leyendas pequeñas), tomando el resultado con la confianza más alta de YOLO como definitiva.

6.4.4 Inicialización de Servidor

Así como el Web Services este también utilizara el uso de la librería como Flask para que este pueda inicializar un servidor y abrir sus puertos, haciendo posibles peticiones externas

```
if __name__ == '__main__':
    app.run(host='0.0.0.0', port=7860)
```

6.5 Aplicación con android studio

6.5.1 Propósito del proyecto

La aplicación móvil Android actúa como el Cliente de la solución completa. Su función principal es servir como interfaz de usuario para capturar la imagen del vehículo y enviarla al Model Server para capturar y decodificar la placa con los valores de la placa para asi después crear un reporte y mandarlo al web services con la finalidad de que se refleje en la base de datos.

El proyecto está diseñado para ser **modular** y **escalable**, siguiendo una estructura común de desarrollo en Android que separa las responsabilidades:

- **UI (Interfaz de usuario):** Se encarga de mostrar la pantalla de captura, los resultados y el login.
- **Networking:** Se encarga de comunicarse con el model server y el web services hacia sus servicios.
- **Data:** Se encarga de la lógica de negocio y el manejo de datos

6.5.2 Estructura y funcionalidad

Carpeta/archivo	Contenido principal	Propósito en el proyecto
data	ApiModels.kt	Contiene las clases de datos (Data Classes) de Kotlin que definen la **estructura de la información** que se intercambia con la API REST (ej: el formato JSON de la placa y la confianza).
network	ApiService.kt, RetrofitClient.kt, IAService.kt	Es el módulo de comunicación. Utiliza **Retrofit** para manejar las peticiones HTTP (POST, GET) a tu Web Service alojado en Render. Define las interfaces para **enviar la imagen** y **recibir el resultado** ({ "placa": "..." }).
ui	Carpeta de theme, y la mayoría de los archivos .kt	Contiene todo lo relacionado con la **Interfaz de Usuario** y la lógica de presentación.

ui/theme	Color.kt, Theme.kt	Define la paleta de colores, tipografía y estilos visuales de la aplicación.
ui/...Activity.kt	HomePageActivity.kt, LoginActivity.kt, ReportActivity.kt, etc.	Son los **Controladores de la Interfaz**. Contienen la lógica para gestionar la interacción del usuario: **tomar fotos**, **iniciar sesión**, **navegar** entre pantallas y **mostrar los resultados** de la detección.
SessionManager.kt		Maneja el estado de la **sesión** del usuario (ej: ¿está logueado?).
res		Contiene todos los **recursos** no-código: *layouts* (XML para las vistas), imágenes, *strings* de texto y estilos.
AndroidManifest.xml		El archivo de **configuración principal** de Android. Define permisos (ej: acceso a la cámara y a internet) y los componentes de la aplicación.

6.5.3 Funcionamiento de la Aplicación:

- **Inicio de sesión (LoginActivity):** El usuario se autentica.
- **Captura de imagen (HomePageActivity):** El usuario utiliza la cámara del dispositivo para tomar una foto del vehículo.
- **Envío a la nube:** La Activity llama a la capa network, que encapsula la imagen y la envía a la URL de tu servicio web de inferencia (la API /analizar).
- **Procesamiento remoto:** El servidor web (Flask con YOLOv8 y EasyOCR) procesa la imagen y devuelve la placa.
- **Recepción y registro:** La capa **network** recibe el resultado JSON, lo convierte en un objeto Kotlin (ApiModels.kt), y la Activity lo muestra al usuario y gestiona el registro en la Base de Datos a través de los servicios de la API (si aplica).

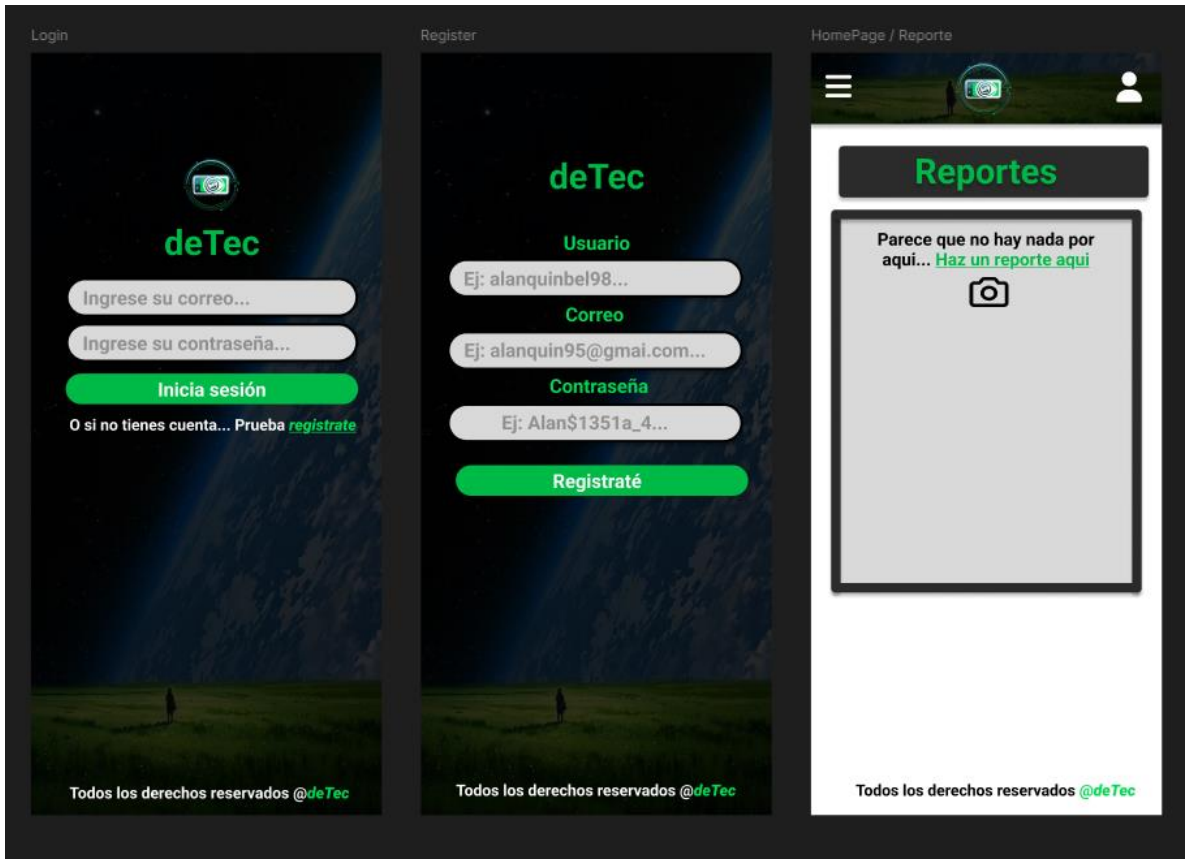
6.5.4 Generación de APK o App

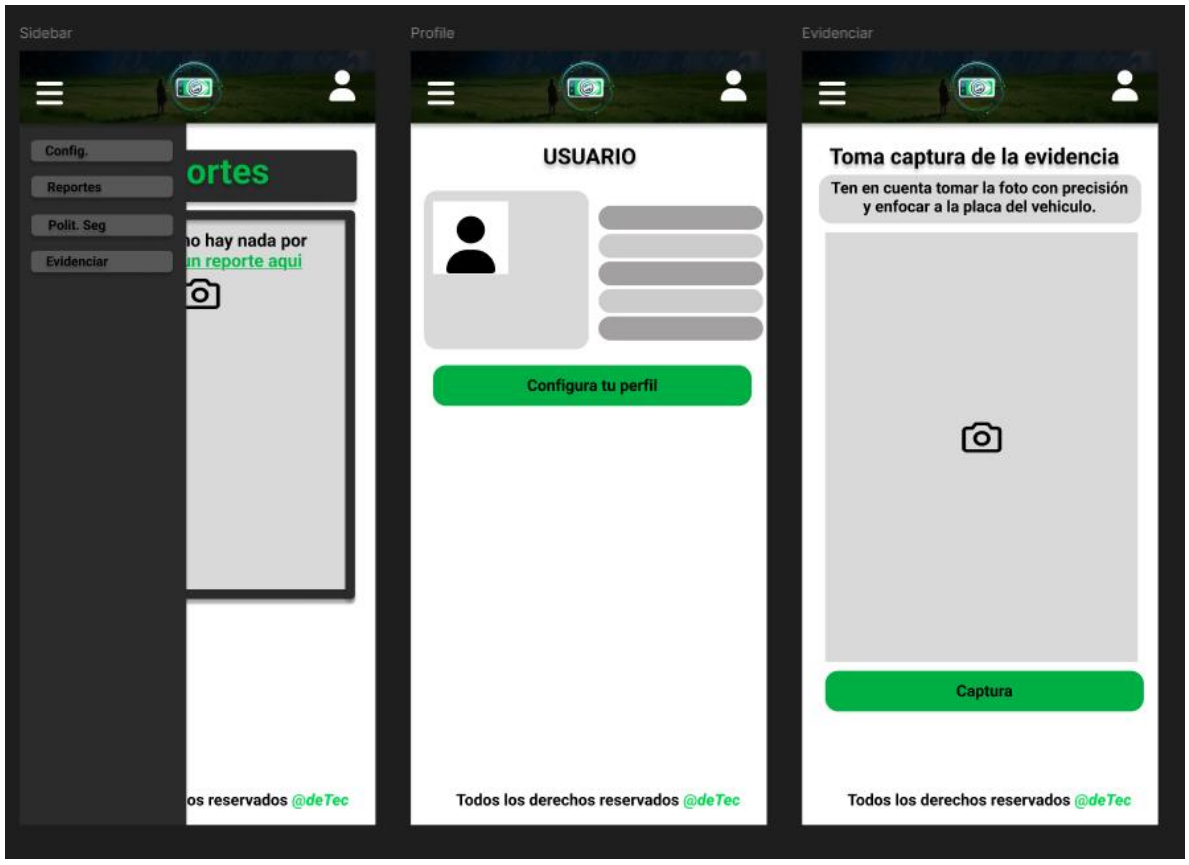
La principal ventaja de Android Studio es su capacidad para crear un paquete de instalación único y ejecutable: la **APK (Android Package Kit)**. En Android Studio, se utiliza el menú **Build > Build Bundles(s) / APK(s) > Build APK(s)**. Esto compila todo el código Kotlin, los recursos y las dependencias en un solo archivo binario.

Distribución a Usuarios:

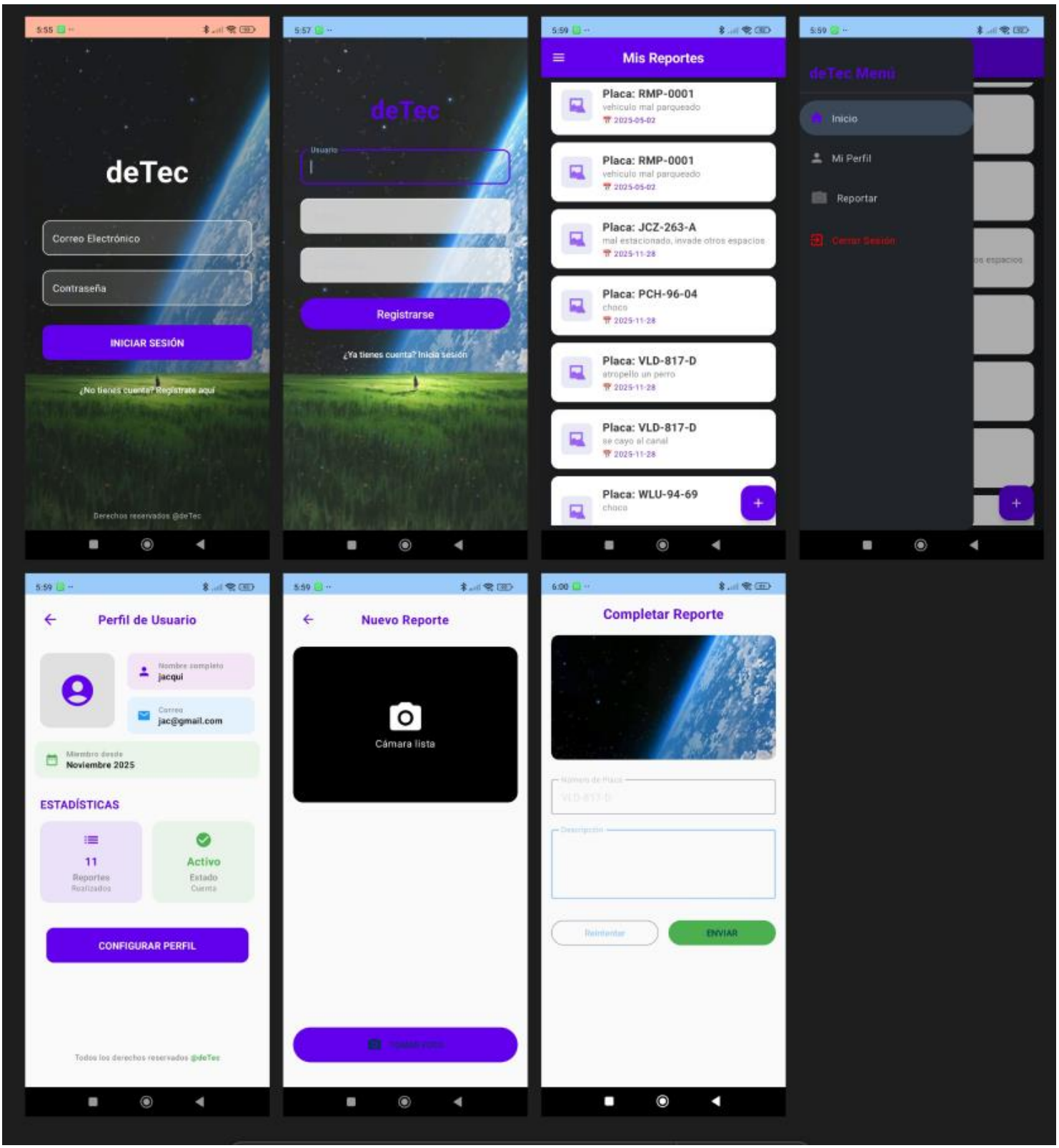
- **Fase de Pruebas (Testeo):** Simplemente se puede compartir el archivo .apk generado con los usuarios para que lo instalen directamente en sus dispositivos.

6.5.5 Prototipo de aplicación en Figma:




Sidebar
Config.
Reportes
Polit. Seg
Evidenciar
ortes
o hay nada por
un reporte aqui
os reservados @deTec
Profile
USUARIO
Configura tu perfil
Todos los derechos reservados @deTec
Evidenciar
Toma captura de la evidencia
Ten en cuenta tomar la foto con precisión y enfocar a la placa del vehiculo.
Captura
Todos los derechos reservados @deTec

6.5.6 Aplicación ya desarrollada por Android Studio



7 Conclusión

El desarrollo del **sistema de detección de placas vehiculares** no solo cumple su objetivo de automatizar el reconocimiento de matrículas, sino que establece una solución tecnológica completa, eficiente y lista para producción, superando el proceso manual e ineficiente que justificó su creación. A demás de que la aplicación deja una iniciativa escalable para en un futuro la adición a nuevas funcionalidades o estadísticas que se quieran medir de parte de la aplicación, usuarios, vehículos, regiones, ciudades, etc.

El uso de una arquitectura robusta y bien pensada nos hace sentir orgulloso de la buena planificación de este proyecto y como este es un buen punto de partida para la publicación de un buen proyecto que puede ayudar a la resolución de diferentes tipos de problemáticas.