

# YOLO-PARK

Sumie Arai Erazo, Juan David García Cortéz, Rodrigo Miranda Flores

Aristarco Adalberto Cortés Martín

Proyectos de ingeniería IV

Otoño 2025

## INDICE

### I. Estrategia y visión del proyecto

1. Resumen Ejecutivo.....	3
2. Misión y Visión del Proyecto.....	4
3. Propuesta de Valor (Value Proposition) .....	4

### II. Investigación de Mercado y Modelo de Negocio

4. Análisis de Mercado.....	4
5. Blueprint de Negocio.....	6

### III. Definición y Diseño del Producto

6. Definición del Producto.....	7
7. Descomposición del Producto.....	7
8. Diseño para Manufactura y Ensamble.....	8

### IV. Planificación y Ejecución

10. Plan de Proyecto.....	9
11. Pertinencia del Proyecto.....	11

### V. Viabilidad Financiera

12. Estructura de Costos .....	11
13. Proyecciones de Ventas y Precios.....	13
14. Análisis de Rentabilidad.....	13
15. Conclusiones y Próximos Pasos.....	13
16. Anexos.....	14

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

En las zonas metropolitanas existe el término “cruising”, un concepto definido por Cambridge como un recorrido lento y repetitivo por un vehículo sin un destino ni propósito definido, este término que también se ha visto utilizado en algunos artículos para describir la acción de buscar un lugar de estacionamiento donde aparcarse. Estos artículos muestran un tiempo promedio de entre 3-15 minutos para poder estacionarse. En casos extremos ese tiempo puede duplicarse.

Un estudio de 2017 por Mc. Coy encontró que en promedio un conductor pasa 17h al año buscando un lugar de estacionamiento y gasta alrededor de 345 dólares entre tiempo perdido, gasolina y emisiones cada salida. El autor que más ha influido y es más referenciado es Shoup (2011) quien señala que la dificultad e imprevisibilidad al estacionar incrementan el costo percibido de visitar un destino y reducen su atractivo comercial.

Actualmente existen varias estrategias para automatizar los estacionamientos, sin embargo, los estudios muestran que el tiempo de búsqueda de estacionamiento sigue siendo relativamente el mismo que antes. Por esto se podría implementar una forma en la que los usuarios puedan ver los espacios de estacionamiento disponibles desde una aplicación móvil de la misma forma en la que se puede checar el tráfico, evitando que los usuarios vaguen sin un rumbo específico creando congestiones. La aplicación funciona con inteligencia artificial de reconocimiento en cámaras de seguridad y lo único que se necesita es tener una buena visión del área de estacionamiento.

Existen muchos posibles clientes y colaboradores, tales como tiendas departamentales, empresas y universidades que cuentan con grandes estacionamientos, ya que cuentan con las herramientas necesarias para implementar esta tecnología. Esta idea ya se ha visto implementada en otros países, pero por parte de México aún existe un área de oportunidad en esta área.

El proyecto contará con un software de reconocimiento de espacios vacíos en los estacionamientos, que permitirá mostrar la disponibilidad del espacio mediante una aplicación. La mensualidad que se le cobrará a una empresa dependerá del número de cajones de estacionamiento con los que disponga, los cuales tendrán un precio de \$2; tomando en cuenta cobros extra como equipo adicional que se requiera en los estacionamientos.

Para representar la viabilidad del proyecto se estima el Valor Actual neto y la Tasa Interna de Retorno durante 5 años asumiendo que 10 clientes usarán el servicio. Con esto el VAN sería de \$1,069,780 y el TIR de 78%.

Se necesitan **\$338,900 MNX** para gastos como servidores, cuenta de desarrollador en plataformas de venta de aplicaciones y para iniciar el proyecto, los desarrolladores están dispuestos a cubrir con el 30% de la inversión para iniciar el proyecto.

El equipo de este proyecto está conformado por Juan David García, desarrollador y cofundador, Rodrigo Miranda desarrollador y Sumie Arai Erazo fundadora y administradora.

## **2. MISIÓN Y VISIÓN**

Misión: Disminuir el tiempo de espera en los estacionamientos, manteniendo costos accesibles utilizando IA que elimine la dependencia de sensores costosos y personal.

Visión: El proyecto podrá reconocer espacios vacíos, pero también proporcionará mayor seguridad y datos de estudio de mercado, además de aumentar las ventas y productividad en comercios, empresas e instituciones educativas.

## **3. Propuesta de Valor**

Reducir el tiempo perdido buscando estacionamiento, mejorando la experiencia de los consumidores agilizando el tiempo de estacionamiento dentro del campus universitario, brindando en tiempo real y de manera confiable información sobre los lugares disponibles.

La competencia también utiliza tecnología IoT, sin embargo, ninguno parece enfocarse en disminuir el tiempo de espera y búsqueda de un estacionamiento, que como se menciona en los trabajos de Shoup, juega un papel importante que los mercados están dispuestos a manejar pagando por servicios de forma que se mantenga el atractivo de estacionamientos accesibles así como se menciona que los clientes están dispuestos a pagar más con tal de tener una mejor experiencia.

## **4. Análisis de Mercado**

Actualmente, se ofrece para un Smart Parking diversas alternativas como lo son los sensores físicos por cajón, las barreras de conteo de entrada y salida, y en algunos casos el uso de cámaras, pero con un software propietario para soluciones importadas como lo son el ingreso al estacionamiento brindando una seguridad al mismo.

Nuestro proyecto destaca, dándole uso a la IA, con visión por cámara, lo que nos hace independientes de sensores físicos, se le da un menor coste a la instalación, así mismo se obtiene una actualización más precisa en tiempo real.

**Tamaño del mercado (TAM, SAM, SOM).**

## **TAM.**

Todos los establecimientos en México con cámaras. Según DENUE (2025), hay 18,621 unidades económicas de estacionamiento en México.

Universidades grandes con campus y estacionamientos.

De acuerdo con uniRank hay aproximadamente 600 universidades con un campus en el que puede ser implementada esta tecnología.

Esto nos da un total de 19,221 clientes potenciales

## **SAM**

Primeros clientes objetivo: universidades y centros comerciales del área local.

Considerando que en Puebla se cuenta con 35 Universidades de acuerdo con uniRank y 77 complejos comerciales de acuerdo con El Economista

Obtendríamos un total de 112 posibles clientes.

## **SOM**

De acuerdo con el Sistema de Información Cultural, en San Andrés Cholula se cuentan con 8 universidades, dentro de las cuales podemos ofrecer esta tecnología, así mismo de acuerdo con El Economista, San Andrés Cholula cuenta con 2 centros comerciales.

Dejándonos un total de 10 posibles clientes

## **Público Objetivo**

Existen muchos posibles clientes y colaboradores. Las tiendas departamentales, empresas y universidades que cuentan con grandes estacionamientos, ya tienen las herramientas necesarias para implementar esta tecnología. Esta idea ya se encuentra implementada en otros países, pero por el momento en México existe un área de oportunidad.

Se planea que el proyecto vaya dirigido hacia un enfoque empresarial, comercial y universitario. La audiencia joven formará parte de nuestro público principal, ya que están acostumbrados al uso de tecnología y redes digitales en su día a día.

Como compradores potenciales tenemos a empresas, instituciones y aplicaciones de estacionamiento tales como KIGO y Parco

### Análisis de las 5 fuerzas de Porter

1. Competencia actual: Media – Hay apps de estacionamiento, pero pocas con IA funcional sin sensores.
2. Proveedores: Bajo poder – Solo se necesita servidor y cámaras ya existentes.
3. Clientes: Medio – Empresas comparan costos, pero carecen de soluciones equivalentes.
4. Nuevos competidores: Medio – la IA se está volviendo accesible.
5. Productos sustitutos: Apps con sensores, sistemas manuales, barreras automáticas.

### Definición de la marca

#### 5. Blueprint de Negocio

**Viabilidad:** El modelo de ingresos por mensualidad permite una operación sostenible y predecible, manteniendo costos accesibles para los clientes y al mismo tiempo asegurando flujo constante para la empresa. La plataforma es altamente escalable, ya que puede operar con cámaras existentes y requiere mínima infraestructura adicional, lo que reduce significativamente los costos de implementación. Esto hace que pueda crecer a múltiples estacionamientos sin comprometer desempeño ni inversión excesiva.

**Factibilidad:** Gracias al uso de modelos de visión por computadora ya probados en la industria, hardware ampliamente disponible y una arquitectura de software modular que facilita su integración con sistemas existentes, el desarrollo puede realizarse con recursos actuales sin necesidad de equipos especializados o insumos difíciles de obtener. Además, la instalación requiere poco personal.

**Deseabilidad:** Existe una alta demanda por soluciones que reduzcan el tiempo de búsqueda de estacionamiento, mejoren la seguridad y optimicen la operación de grandes espacios. Para los clientes comerciales, el sistema resulta atractivo porque les permite aumentar la satisfacción de los visitantes, mejorar la eficiencia en sus operaciones y obtener datos útiles sobre el uso de sus instalaciones. Para los usuarios finales, la experiencia es más rápida, clara y confiable, lo que hace que el servicio sea altamente deseable en entornos modernos.

## IV. Definición y Diseño del Producto

### 6. Definición del producto

#### Especificaciones funcionales y de rendimiento.

El proyecto consiste en un sistema inteligente de reconocimiento de espacios de estacionamiento basado en visión computacional, capaz de identificar en tiempo real la disponibilidad de cajones mediante cámaras de seguridad instaladas en el establecimiento. El sistema procesa las imágenes para detectar vehículos, clasificar espacios ocupados y libres, y generar métricas de ocupación accesibles desde una plataforma web y una aplicación móvil. El rendimiento esperado considera una precisión mínima del 70-80% en la detección de espacios, una actualización de información cada 1-3 segundos dependiendo del hardware del cliente, y capacidad para escalar a múltiples cámaras sin pérdida significativa del desempeño. El sistema puede operar con cámaras nuevas o existentes, siempre que cumplan con la calidad mínima requerida para el análisis.

#### Experiencia de Usuario (UX/UI).

La interfaz está diseñada para ser limpia, intuitiva y accesible, priorizando la claridad visual y la facilidad de uso. Los usuarios pueden visualizar la disponibilidad de espacios mediante indicadores de colores que representan estados como “libre” u “ocupado”.

### 7. Descomposición del producto

#### Descomposición por Sistemas:

##### 1) Módulo de IA

- Pipeline de detección YOLO
- Sin necesidad de utilizar aceleración con GPU
- Gestión de regiones de interés (ROIs) para validar cada espacio del estacionamiento.

##### 2) Frontend / Aplicación Móvil

- App híbrida creada con Flutter

##### 3) Integración con Cámaras

- Compatibilidad con estándares ONVIF.

#### Descomposición por Componentes (BOM - Bill of Materials):

##### Modelo de reconocimiento

- Arquitectura: YOLOv8 de la librería Ultralytics
- Dataset propio anotado de estacionamientos

## Aplicación móvil

- Mapa interactivo
- Vista de ocupación en tiempo real

## Panel para Administrador

- Dashboard con métricas de ocupación
- Gestión de cámaras

## 8. Diseño para Manufactura y Ensamble

No requiere hardware propio, solo despliegue en la nube. Las especificaciones para recrear el prototipo son videos de tamaño de  $640 \times 480$  px como mínimo y 25–30 FPS idealmente.

## 9. Propiedad Intelectual y Regulatoria

### Estrategia de Patentes, Marcas Registradas y Derechos de Autor.

La protección legal del proyecto se basará en tres ejes: derechos de autor, marca registrada y evaluación de patentabilidad. En primer lugar, el código fuente, interfaces gráficas, manuales y cualquier contenido original serán protegidos como obra informática conforme a la Ley Federal del Derecho de Autor, dado que los programas de cómputo se consideran obras literarias y gozan de protección tanto en forma de código fuente como de código objeto (Ley Federal del Derecho de Autor, art. 102, Gobierno de México, 2020). En segundo lugar, el nombre comercial, logotipo e identidad visual serán registrados ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial como marca, garantizando exclusividad de uso en la categoría correspondiente (IMPI, Gobierno de México, 2020). Finalmente, en cuanto a patentes, la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial establece que los programas de cómputo “no se consideran invenciones” para efectos de patentabilidad (Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, art. 47-V, Gobierno de México, 2020); sin embargo, si en etapas posteriores del desarrollo se genera un método técnico novedoso, un sistema hardware-software con efecto técnico comprobable o una mejora industrializable, se evaluará su viabilidad como invención o modelo de utilidad conforme a los criterios de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial (LFPPI, arts. 45–57, Gobierno de México, 2020).

### Normativas y certificaciones (CE, FCC, NOM, etc.).

#### 1. NOM-001-SCFI-2018

- a. Nombre: *Aparatos electrónicos – Requisitos de seguridad y métodos de prueba.*

- b. Aplica para equipos electrónicos, incluyendo cámaras, para garantizar seguridad eléctrica, riesgos de fuego, etc.
- c. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5572453>

## 2. NOM-151-SCFI-2016

- a. Nombre: *Requisitos que deben observarse para la conservación de mensajes de datos y digitalización de documentos.*
- b. Cómo conservar datos de forma legal.
- c. <https://sidof.segob.gob.mx/notas/docFuente/5478024>

## 3. Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP)

- a. Regula el tratamiento de datos personales.
- b. Relevante para las imágenes, posibles placas o identificadores de autos

### Certificaciones

1. **ISO/IEC 27001:2013** — Sistema de Gestión de Seguridad de la Información. Norma internacional aplicable en México mediante organismos de certificación acreditados (NYCE, BSI, SGS, TÜV), utilizada para garantizar el manejo seguro de datos personales e infraestructura tecnológica.

## IV. Planificación y Ejecución

### 10. Plan de Proyecto

El proyecto se dividió en tres etapas principales. Que fue la investigación tanto de competencias como de costos y viabilidad. Luego se ejecutó el plan de diseño, deparado en frontend como aplicación y backend como algoritmo de reconocimiento de objetos com YOLOv8.

Al realizar el entrenamiento de la inteligencia artificial inicialmente se utilizó Teachable Machine, que fue descartado tardíamente al solo reconocer condiciones impuestas por el usuario en una foto sin poder reconocer más de un objeto a la vez. Despues de eso se recurrió a la librería YOLO de Ultralytics que ya puede reconocer automóviles sin necesidad de entrenamiento previo.

Por último, se realizó un prototipo en Fluter de la interfaz con la que un usuario interactuaría para encontrar los espacios disponibles.

## Asignación de Recursos y Responsabilidades.

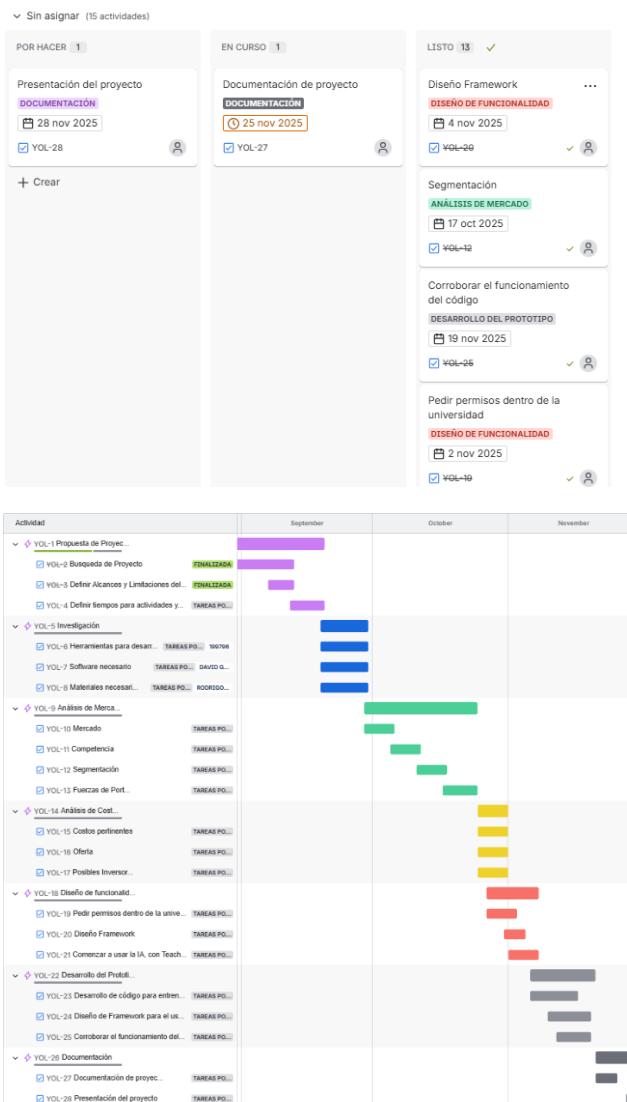
En el equipo, nos dividimos las tareas de la siguiente manera:

Sumie Arai Erazo: Documentación e investigación, evaluación de competencias y análisis de Costos.

David García Cortéz: Pruebas de entrenamiento con Teachable Machine. Desarrollo de aplicación.

Rodrigo Miranda: Desarrollo de software de reconocimiento de cajones de estamiento en Python (ejecutable).

## Kan Ban



## 11. Pertinencia del Proyecto

**Justificación del momento oportuno para el lanzamiento (timing).**

Nos encontramos en un momento donde el lanzamiento de nuestro producto es oportuno, dado a que las zonas urbanas están experimentando un incremento significativo en la densidad vehicular y en la demanda de estacionamientos, a la par, los gobiernos municipales están promoviendo el uso de tecnologías inteligentes para la optimización en la gestión urbana.

**Alineación con las tendencias tecnológicas y sociales.**

Tendencias Tecnológicas

- Smart Cities: Crecimiento de plataformas que integran sensores, análisis de datos y automatización para mejorar la movilidad urbana.
- IoT: Popularización de sensores económicos y procesamiento local que permiten detecciones en tiempo real de ocupación de espacios.
- Movilidad inteligente: Incremento de soluciones que optimizan rutas, reducen tiempos muertos y disminuyen emisiones.

Tendencias Sociales

- Mayor congestión vehicular en zonas urbanas: Aumento en la demanda de soluciones eficientes de estacionamiento.
- Preferencia por servicios digitales: Los usuarios esperan aplicaciones móviles que faciliten sus actividades diarias.
- Conciencia ambiental: Disminuir el tiempo de búsqueda de estacionamiento reduce emisiones contaminantes.

## V. Viabilidad Financiera

## 12. Estructura de Costos

Costos de Producción Unitarios (OPEX/COGS - Cost of Goods Sold):

Materiales COGS

- Servidor de base de datos
- Licencias YOLO Enterprise
- Servicios de email transaccional
- Hosting del sitio web empresarial si crece según tráfico/cliente
- Equipo IoT para pruebas si se entrega o instala para cada cliente

Mano de Obra Directa

- Soporte técnico
- Línea telefónica empresarial

Gastos Indirectos OPEX

- Infraestructura y herramientas
- Licencias de software (Figma)
- Infraestructura física: computadoras (4 equipos)
- Oficina física / coworking
- Hosting del sitio web
- Servicios de email
- Marketing y ventas
- Marketing digital inicial
- Producción multimedia (marketing inicial)
- Legal y administrativos
- contratos / constitución / marca
- Pruebas, laboratorio, ingeniería
- Equipo IoT para pruebas

## **Costos de Desarrollo y Lanzamiento**

Como one time cost tenemos el equipo Lot para pruebas, computadoras, equipo de desarrollo móvil, y marketing inicial. En cuanto a costo por ciclos de aprendizaje, no hay un costo extra por ciclo de aprendizaje ya que solo se necesita comprar el equipo Iot una vez.

Una de las contingencias pueden surgir son problemas con el servidor, que ya debería de cubrirse del salario de el freelancer del freelancer de backend developement.

## **13. Proyecciones de Ventas y Precios**

Estrategia de fijación de precios.

Al no tener un producto único al que aplicarle un costo unitario, la fijación de precios no fue realizada mediante pricing. Esta fue evaluada al comparar el servicio de la competencia directa e indirecta y al considerar un precio viable para mantener los gastos de la compañía asignando un precio de venta por cajón para asignar una mensualidad personalizada según la tabla de costos anexada como tabla 4.

**Proyección de ingresos a 3 o 5 años.**

Considerando un numero de 10 clientes acorde al SOM, obtenemos ganancias promedio anuales de \$281,736 MXN, siendo el promedio por cliente de \$2,348 mensuales, cifra que sale de la tabla 3. Con esto podemos estimar que en 5 años habrá un VAN de \$1,069,780 sin tomar en cuenta ningún gasto adicional mas que una tarifa de 2 pesos por cajón mensualmente.

## **14. Análisis de Rentabilidad**

El breake-even se lograría aproximadamente en 1 año con 12 clientes, tomando en cuenta el promedio de mensualidad obtenido de la tabla 3.

## **VI. Conclusiones y Anexos**

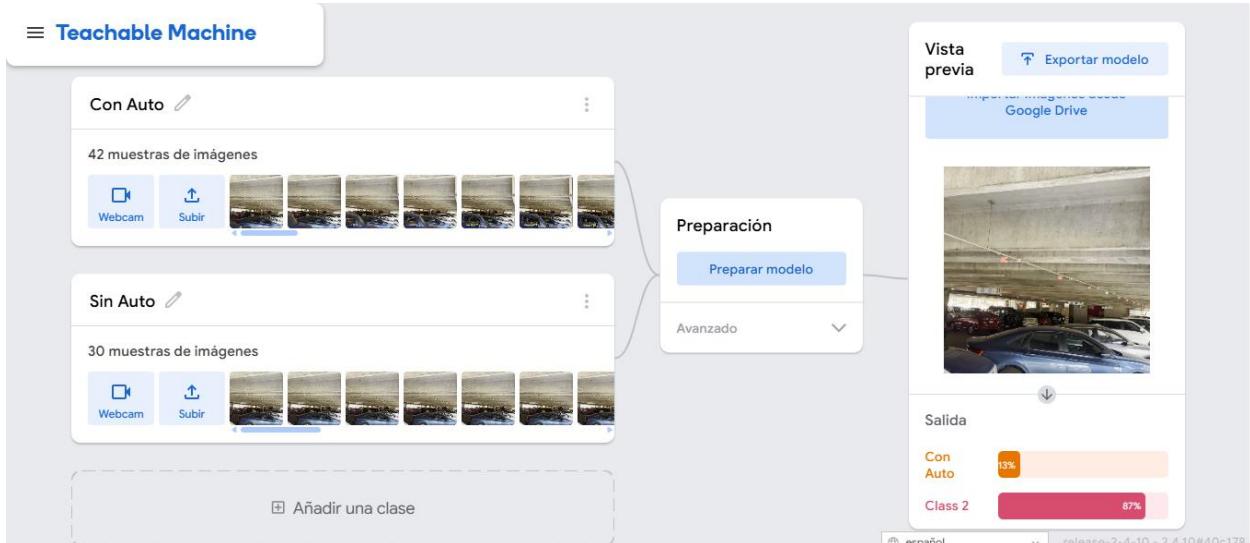
### **15. Conclusiones y Próximos Pasos**

YOLot demuestra ser una solución moderna y viable ante las necesidades actuales de la movilidad en México, dado a que nuestro análisis confirma que la búsqueda de estacionamientos genera pérdidas económicas anualmente en el país. Nuestra propuesta aprovecha la infraestructura existente y tecnologías maduras, lo cual la hace una propuesta económica comparada con su

competencia, que son directamente los estacionamientos con sensores. Al tener un SOM de 10 clientes, se vuelve una propuesta accesible, posicionándonos como un negocio escalable y con una baja competitividad. Así mismo nos atenemos a las tendencias globales tanto tecnológicas como ecológicas, y por las problemáticas de movilidad en el país y la apertura del gobierno ante estas propuestas tecnológicas nos posicionan con un timing oportuno. Ofreciendo una solución precisa, y adaptada al contexto local que destaca frente a la competencia, gracias a su bajo costo y facilidad de implementación. Nuestra inversión inicial estimada es de **\$338,900** MXN, sumada a los costos operativos mensuales asociados a servidores, desarrollo, mantenimiento y personal, indicando que nuestro proyecto es financieramente dependiente de escalabilidad.

## 16. Anexos

Imagen 1. Prueba inicial con teachable machine



Código generado en Teachable Machine:

```
<div>Teachable Machine Image Model - p5.js and ml5.js</div>

<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@latest/lib/p5.min.js"></script>
<script
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@latest/lib/addons/p5.dom.min.js"></script>
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/ml5@latest/dist/ml5.min.js"></script>
<script type="text/javascript">
    // Classifier Variable
    let classifier;
```

```

// Model URL

let imageModelURL = 'https://teachablemachine.withgoogle.com/models/TmK1HPeEY/';

// Video

let video;

let flippedVideo;

// To store the classification

let label = "";

// Load the model first

function preload() {

  classifier = ml5.imageClassifier(imageModelURL + 'model.json');

}

function setup() {

  createCanvas(320, 260);

  // Create the video

  video = createCapture(VIDEO);

  video.size(320, 240);

  video.hide();

  flippedVideo = ml5.flipImage(video);

  // Start classifying

  classifyVideo();

}

function draw() {

```

```

background(0);

// Draw the video

image(flippedVideo, 0, 0);

// Draw the label

fill(255);

textSize(16);

textAlign(CENTER);

text(label, width / 2, height - 4);

}

// Get a prediction for the current video frame

function classifyVideo() {

flippedVideo = ml5.flipImage(video)

classifier.classify(flippedVideo, gotResult);

flippedVideo.remove();

}

// When we get a result

function gotResult(error, results) {

// If there is an error

if (error) {

console.error(error);

return;

}

// The results are in an array ordered by confidence.

```

```

// console.log(results[0]);

label = results[0].label;

// Classify again!

classifyVideo();

}

</script>

```

Código final de la inteligencia artificial.

```

from ultralytics import YOLO
import cv2
import numpy as np
import logging
import requests    # ← NUEVO

# =====
# CONFIGURACIÓN
# =====
VIDEO_SOURCE = "Video2.mp4"

# ⚠ IMPORTANTE: CAMBIAR POR LA IP DEL TELÉFONO O EMULADOR
FLUTTER_URL = "http://172.18.21.141:5000/update"    # ← CAMBIA ESTO

# =====
# CAJONES
# =====
parking_spots = [
    {"id": 1, "coords": [(117, 152), (4, 336), (192, 338), (262, 153)], "occupied": False, "previous": False},
    {"id": 2, "coords": [(263, 152), (190, 350), (328, 350), (364, 149)], "occupied": False, "previous": False},
    {"id": 3, "coords": [(358, 145), (329, 351), (450, 357), (447, 143)], "occupied": False, "previous": False},
    {"id": 4, "coords": [(451, 143), (451, 349), (581, 353), (552, 155)], "occupied": False, "previous": False},
    {"id": 5, "coords": [(553, 155), (575, 352), (713, 354), (651, 156)], "occupied": False, "previous": False},
    {"id": 6, "coords": [(650, 155), (709, 357), (827, 348), (739, 153)], "occupied": False, "previous": False},
]

```

```

# =====
# ENVIAR ESTADO A FLUTTER
# =====
def enviar_a_flutter(spots):
    data = [{"id": s["id"], "occupied": s["occupied"]} for s in spots]

    try:
        r = requests.post(FLUTTER_URL, json=data, timeout=1)
        print("Flutter actualizado:", r.text)
    except Exception as e:
        print("Error enviando a Flutter:", e)

# =====
# DETECTOR DE YOLO
# =====
def area_overlap(box, poly, frame_shape):
    x1, y1, x2, y2 = box
    mask_spot = np.zeros(frame_shape[:2], dtype=np.uint8)
    cv2.fillPoly(mask_spot, [np.array(poly, dtype=np.int32)], 255)

    mask_car = np.zeros_like(mask_spot)
    cv2.rectangle(mask_car, (x1, y1), (x2, y2), 255, -1)

    inter = cv2.bitwise_and(mask_spot, mask_car)
    inter_area = cv2.countNonZero(inter)
    car_area = cv2.countNonZero(mask_car)

    return inter_area / car_area if car_area > 0 else 0

model = YOLO("yolov8n.pt")
cap = cv2.VideoCapture(VIDEO_SOURCE)
logging.getLogger("ultralytics").setLevel(logging.ERROR)

label_x = 10
label_y_start = 40
label_spacing = 30

# =====
# LOOP PRINCIPAL
# =====
while cap.isOpened():

```

```

ret, frame = cap.read()
if not ret:
    break

frame = cv2.rotate(frame, cv2.ROTATE_90_CLOCKWISE)

for spot in parking_spots:
    spot["occupied"] = False

results = model.predict(frame, conf=0.3, iou=0.4)

if results and results[0].boxes is not None:
    for det in results[0].boxes:
        cls = int(det.cls[0])
        if cls != 2: # SOLO coches
            continue

        x1, y1, x2, y2 = map(int, det.xyxy[0])

        overlaps = []
        for spot in parking_spots:
            overlap = area_overlap((x1, y1, x2, y2), spot["coords"],
frame.shape)
            if overlap > 0.15:
                overlaps.append((spot, overlap))

        if overlaps:
            best_spot = max(overlaps, key=lambda x: x[1])[0]
            best_spot["occupied"] = True

cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), 2)

# Dibujar polígonos
for spot in parking_spots:
    poly = np.array(spot["coords"], dtype=np.int32).reshape((-1, 1, 2))
    color = (0, 0, 255) if spot["occupied"] else (0, 255, 0)
    cv2.polylines(frame, [poly], True, color, 2)

# Texto de estado
for i, spot in enumerate(parking_spots):
    status = "OCUPADO" if spot["occupied"] else "LIBRE"
    color = (0, 0, 255) if spot["occupied"] else (0, 255, 0)

```

```

label_y = label_y_start + i * label_spacing
cv2.putText(frame, f"Cajon {spot['id']} - {status}", (label_x, label_y),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, color, 2)

libres = sum(not s["occupied"] for s in parking_spots)
cv2.putText(frame, f"CAJONES LIBRES: {libres}/6", (label_x, label_y_start - 15),
            cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.9, (0, 0, 0), 2)

# Detectar cambios y reportar
hubo_cambio = False
for spot in parking_spots:
    if spot["occupied"] != spot["previous"]:
        hubo_cambio = True
        print(f"Cajon {spot['id']} -> {'OCUPADO' if spot['occupied'] else 'LIBRE'}")

    spot["previous"] = spot["occupied"]

if hubo_cambio:
    enviar_a_flutter(parking_spots)

cv2.imshow("Deteccion Estacionamiento", frame)
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break

cap.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

Código de la aplicación generada.

```

import 'package:flutter/material.dart';

import 'login_screen.dart';
import 'parking_screen.dart';
import 'mapa_screen.dart';           // << agregar
import 'map_screen.dart';          // << agregar
import 'estacionamiento_screen.dart'; // << agregar
import 'menu_screen.dart';

void main() {
  runApp(MyApp());
}

```

```

class MyApp extends StatelessWidget {
  @override
  Widget build(BuildContext context) {
    return MaterialApp(
      title: "Estacionamiento Ibero Puebla",
      debugShowCheckedModeBanner: false,
      initialRoute: '/',
      routes: {
        '/': (context) => LoginScreen(),
        '/menu': (context) => MenuScreen(),

        // Pantallas que ya tienes
        '/parking': (context) => ParkingScreen(),

        // Las que te faltaban:
        '/mapa': (context) => MapaScreen(),
        '/estacionamiento': (context) => EstacionamientoScreen(),
        '/estacionamiento_mapa': (context) => MapScreen(),
      },
    );
  }
}

```

Tabla1.

Crea tu oferta (Los recursos y gente que necesitas para construir o crear tu oferta)	Piensa en: - Equipo, componentes, y/o ingredientes - Espacio para construir/crear/alm acenar tu oferta - Personal para construir o	Cuántas unidades puedes distribuir y vender de esto ?		gastos
		D = Diferenciados	Costo Estimado /Qué?	
1 Equipo de desarrollo móvil	D	\$96,000 /año	2	\$48,000
2 Backend & DevOps (1 persona)	D	\$60,000 /año	1	\$60,000
3 Programador IoT / visión computacional (1 persona)	D	\$72,000 /año	1	\$72,000
4 Diseño UI/UX + branding (1 persona)	D	\$54,000 /año	1	\$54,000
5 Product Manager / Cofundador	F	\$30,000 /año	1	\$30,000
6 Servidor dedicado + base de datos (AWS, Azure, GCP)	F	\$18,000 /año	1	\$18,000
7 Licencias YOLO Enterprise o Roboflow Pro	F	\$12,000 /año	2	\$6,000
8 Licencias de software (Figma, AWS tools, GitHub team)	F	\$8,000 /año	2	\$4,000
9 Infraestructura física: computadoras (4 equipos)	S	\$15,000 /año (depreciació	4	\$3,750
10 Oficina física / coworking	F	\$12,000 /año	4	\$3,000
11 Equipo IoT para pruebas (cámaras, microcontroladores, sensores)	S	\$15,000 /proyecto	1	\$15,000

Tabla2.

Haz llegar tu oferta a tus clientes (DISTRIBUIR) (Recursos y personal necesarios para distribuir y vender tu oferta)		Piensa en: - Desplazar tu oferta a donde será comprada - Renta, compra, licenciamiento o	D = Diferenciado F = Flexible S = Establecidos	Costo Estimado /Qué?	Cuántas unidades puedes distribuir y vender de esto ?	gastos
1 Ejecutivo de ventas B2B (1 persona)			D	\$36,000	4	\$9,000
2 Soporte técnico / atención al cliente (call center externo)			F	\$24,000	4	\$6,000
3 Línea telefónica empresarial + CRM (HubSpot/Zoho)			F	\$3,600	4	\$900
4 Hosting del sitio web empresarial			S	\$1,200	4	\$300
5 Servicios de email transaccional (SendGrid / SES)			F	\$1,800	4	\$450
6 Marketing digital inicial			F	\$12,000	1	\$12,000
12 Producción multimedia (videos demo, marketing inicial)			S	\$8,000 /proyecto	1	\$8,000
7 Legal / contratos / constitución / marca			S	\$6,500	1	\$6,500
					subtotal	\$43,150
					Total	\$338,900

Tabla 3.

#	Cliente (Plaza / Mall / Centro)	estimados / ded	preci	Pago mensual estimado
1	Angelópolis Lifestyle Center	4227	2	\$8,454
2	Parque Puebla	3292	2	\$6,584
3	Plaza Outlets Puebla	1200	2	\$2,400
4	Centro comercial "Downtown Puebla"	770	2	\$1,540
5	Paseo Puebla	389	2	\$778
6	Galerías Serdán	820	2	\$1,640
7	Plaza San Manuel	50	2	\$100
8	Plaza de supermercado Walmart Express Puebla	41	2	\$82
9	Anáhuac Puebla	500	2	\$1,000
10	Tec de Monterrey Puebla	450	2	\$900
		total al mes		\$23,478
		precio promedio		\$2,348

Tabla 4.

Análisis de viabilidad	
Año	precio anual
Inversión inicial	-\$338,900.00
1	\$281,736.00
2	\$281,736.00
3	\$281,736.00
4	\$281,736.00
5	\$281,736.00
VAN	TIR
\$1,069,780.00	78.55%

## Referencias bibliográficas

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). *Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial [L.F.P.P.I.]*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPPI.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). *Ley Federal del Derecho de Autor [L.F.D.A.]*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFDA.pdf>

Economía. (s. f.). *Parking lots and pensions for motor vehicles* — DataMéxico. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/parking-lots-and-pensions-for-motor-vehicles>

El Economista. (2023, 24 de julio). Centros comerciales en Puebla reportan baja desocupación de locales. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/estados/Centros-comerciales-en-Puebla-reportan-baja-desocupacion-de-locales-20230724-0068.html>

El Economista. (2024, 3 de octubre). Puebla cabida: más plazas comerciales en cinco años. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/estados/puebla-cabida-mas-plazas-comerciales-cinco-anos-20241003-728565.html>

EY México. (s. f.). *4 tendencias de esquemas de movilidad en México*. [https://www.ey.com/es\\_mx/industries/automotive/4-tendencias-esquemas-movilidad-mexico](https://www.ey.com/es_mx/industries/automotive/4-tendencias-esquemas-movilidad-mexico)

Shoup, D. C. (2006). Cruising for parking. *Transport Policy*, 13(6), 479–486. <https://shoup.bol.ucla.edu/Cruising.pdf>

Shoup, D. C. (2007). Cruising for parking. *ACCESS*, (30), 16–22. <https://www.accessmagazine.org/spring-2007/cruising-parking/>

McCoy, K. (2017, 12 de julio). Drivers spend an average of 17 hours a year searching for parking spots. *USA TODAY*. <https://www.usatoday.com/story/money/2017/07/12/parking-pain-causes-financial-and-personal-strain/467637001/>

Semanario. (2025, junio). Investigación sobre smart cities: destacan ciudades de México. *Esemanal*. <https://esemanal.mx/2025/06/investigacion-sobre-smart-cities-destacan-ciudades-de-mexico/>

SIC Cultura. (s. f.). Lista de universidades — registros en Puebla. *Sistema de Información Cultural*. [https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=universidad&disciplina=&estado\\_id=21&municipio\\_id=119](https://sic.cultura.gob.mx/lista.php?table=universidad&disciplina=&estado_id=21&municipio_id=119)

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. (s. f.). *Estudios Regionales* — artículo. *Erevistas UACJ*. <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/estudiosregionales/article/view/6781>

UniRank. (s. f.). *UniRank University Ranking*. <https://www.unirank.org/mx/ranking/>

Orden Jurídico Federal. (s. f.). Legislación México. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/html/wo125102.htm>

