



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

Universidad Politécnica de Madrid
E. T. S. Ingeniería y Diseño Industrial

escuela técnica superior de
ingeniería
y diseño
industrial

Evaluación del recurso solar en un coche eléctrico – fotovoltaico en entornos urbanos

Autor: ÁLVARO MUÑOZ RUIZ

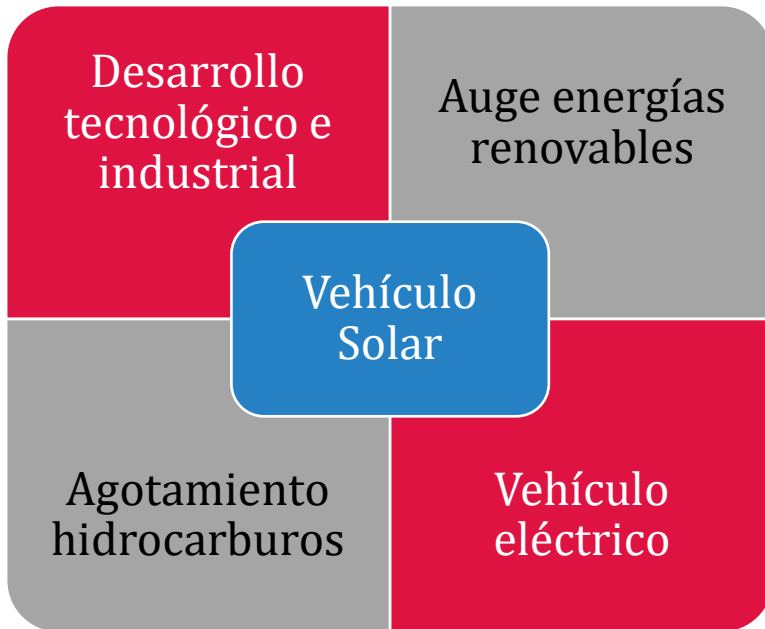
Tutor: RUBÉN NÚÑEZ JÚDEZ



Índice

1. Introducción
2. Fundamentos teóricos
3. Estado del arte
4. Metodología
 1. Procesado de imágenes
 2. Irradiancia solar disponible
3. Gestor de rutas
5. Resultados
 1. Imágenes binarias
 2. Camino Solar
 3. Energía
6. Conclusiones

1. Introducción



- ✓ Conocer la geometría solar.
- ✓ Determinar las posiciones del Sol en coordenadas polares.
- ✓ Modelar edificios en 3D a partir de fotos, a través del procesamiento de imágenes de Google Street View.
- ✓ Definir la ruta urbana que va a transitar el vehículo.
- ✓ Calcular la energía teórica producida en cada punto del trayecto en cada instante.
- ✓ Obtener la ruta posible con mayor aporte energético.

2. Fundamentos teóricos

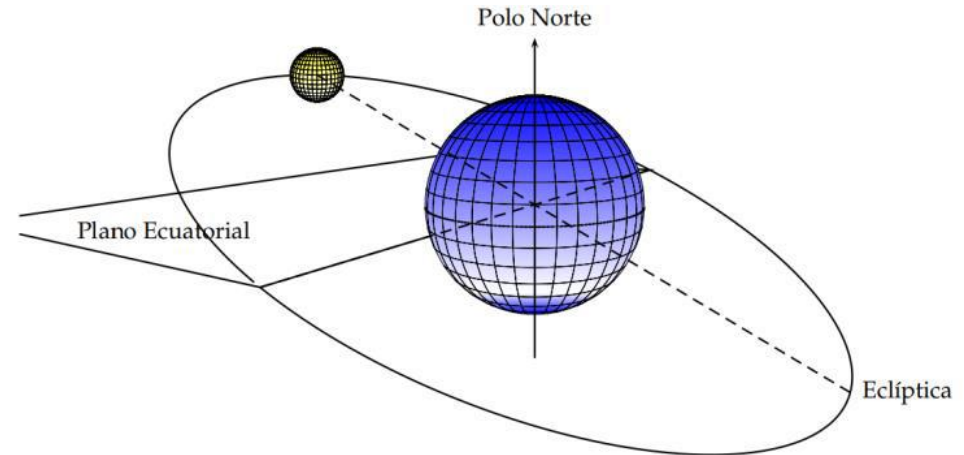
Geometría Solar



Movimiento de translación



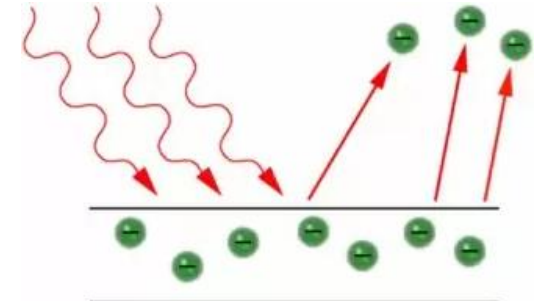
Movimiento de rotación







Radiación Solar






Efecto fotovoltaico



3. Estado del arte

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN			
Java		Python	
			

OBTENCIÓN DE IMÁGENES			
API Google Street View		API Baidu Panorama	
			

TRATAMIENTO DE IMÁGENES					
OpenCV		CellProfiler		ITK	
					

POSICIONAMIENTO SOL Y ENERGÍA	
PVLib	
	

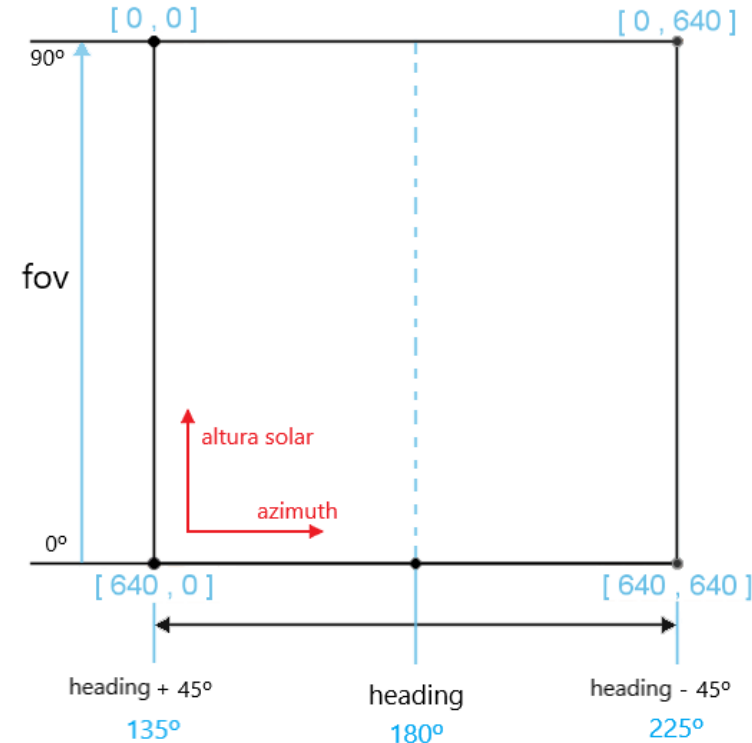
GENERACIÓN DE RUTAS DE CIRCULACIÓN			
OpenStreetMaps		API Google Maps	
			

4.1. Procesado de imágenes

Solicitud API
Google Street View

Parámetro	Valor ejemplo
size	640x640
location	40.4168838, -3.6783211
heading	180
pitch	45
fov	90
key	Clave usuario

Devolución API
Google Street View

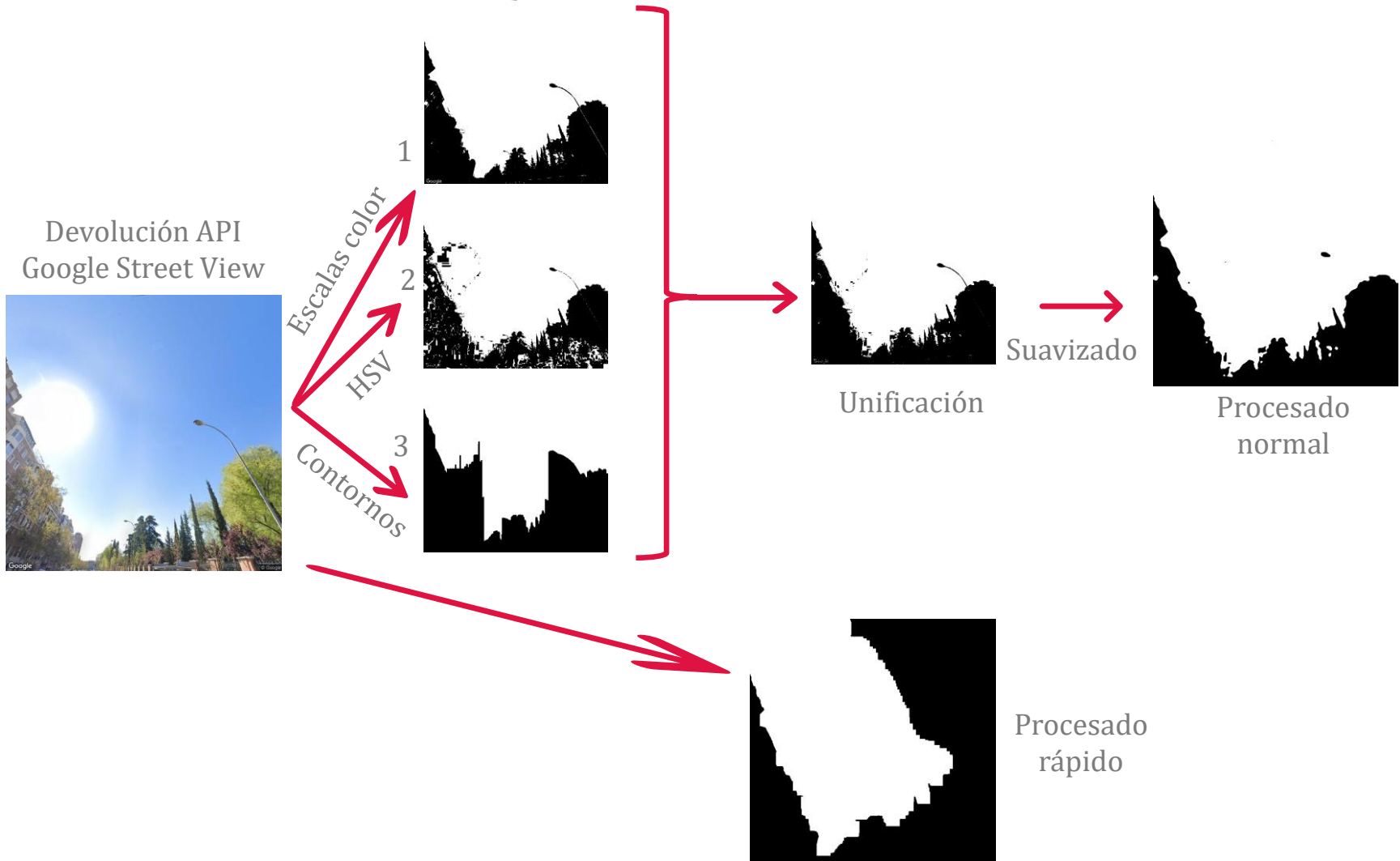


$$Altura\ solar = fov \cdot \left[1 - \frac{Coordenada\ píxel\ V}{size[0]} \right]$$

$$Azimuth = - \left[fov \cdot \left(-\frac{1}{2} + \frac{Coordenada\ píxel\ H}{size[1]} \right) - heading \right]$$

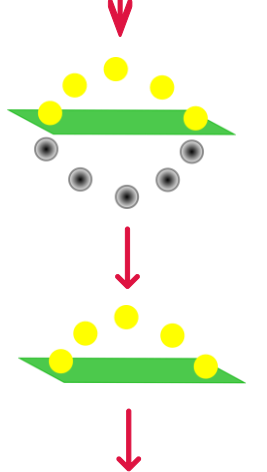
Conversiones
Píxeles a Coord. Polares
Coord. Polares a Píxeles

4.1. Procesado de imágenes

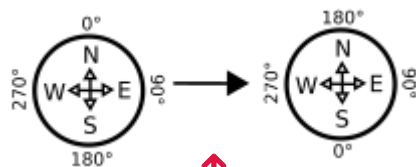


4.2. Irradiancia solar disponible

Foto binaria de la ubicación	Latitud, longitud y zona horaria de la ubicación	Orientación de la cámara	Tiempos de inicio, final e intervalo



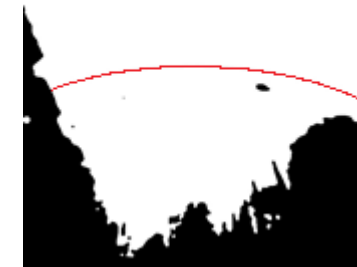
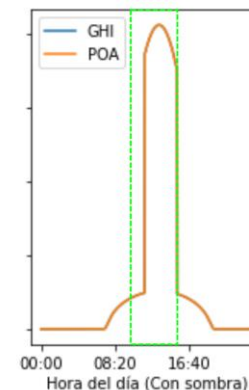
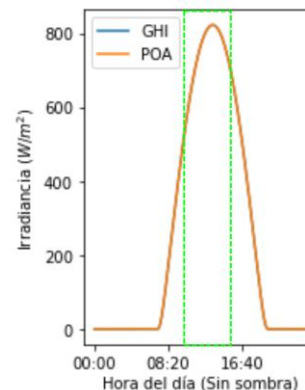
Azimut		
Elevación Solar		



Azimut	Elevación Solar



Azimut	Elevación Solar



Fecha y hora
Azimut
Elevación solar
Pixel vertical
Pixel horizontal

get_clearsky()
get_total_irradiance()

4.3. Gestor de rutas



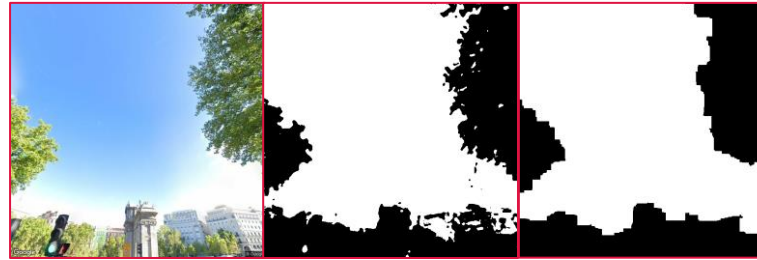
Solicitud al servidor
API de Google Maps



Obtención puntos
intermedios por tramos

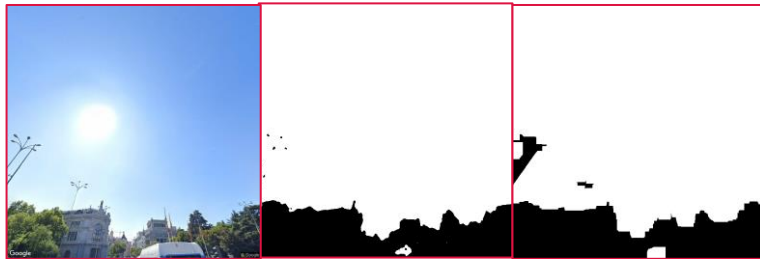
5.1. Resultados – Imágenes binarias

Original Binaria normal Binaria rápida



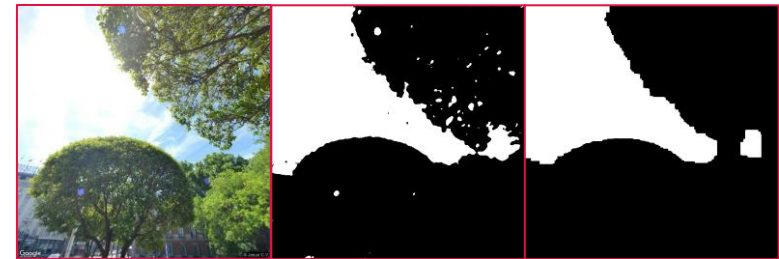
Puerta de Alcalá

Original Binaria normal Binaria rápida



Glorieta de Cibeles

Original Binaria normal Binaria rápida

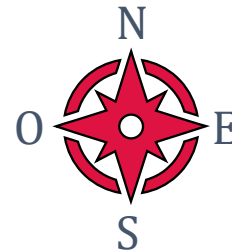


Glorieta de Neptuno

Original Binaria normal Binaria rápida

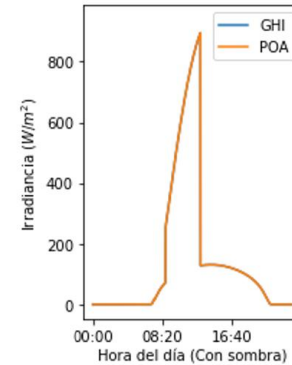
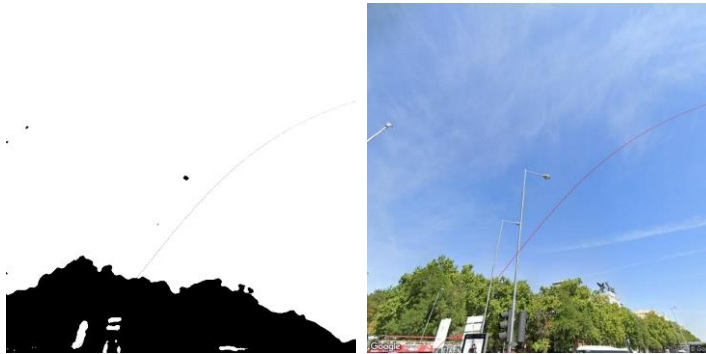


Glorieta de Carlos V, Atocha

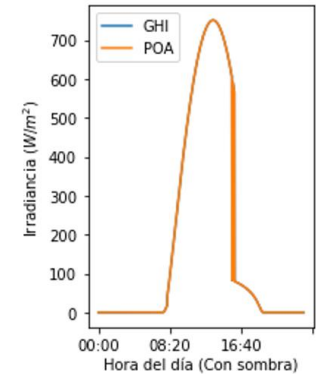


5.2. Resultados – Camino Solar

Dirección	Orientación	Fecha	Horario
Plaza del Emperador Carlos V	Este	24-05-2021	00:00 a 23:59



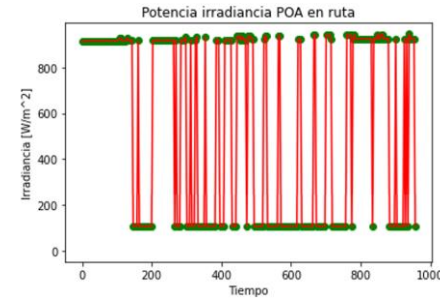
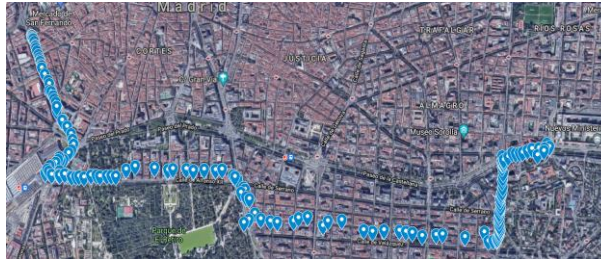
Dirección	Latitud	Longitud	Fecha
Calle de Génova, 2, 28010 Madrid	40.4258096625	-3.6906819523	13-03-2021



5.3. Resultados - Energía

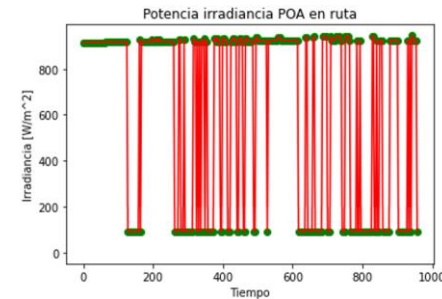
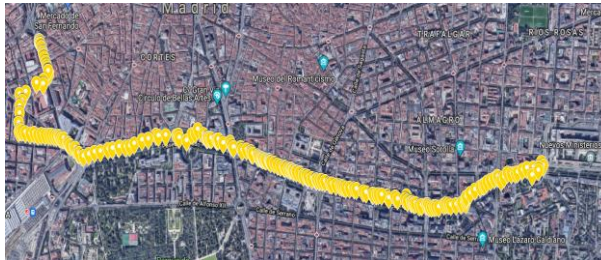
Origen	Destino	Fecha	Hora inicio
Escuela ETSIDI	Escuela ETSII	13-05-2021	11:50

Ruta A
16 min



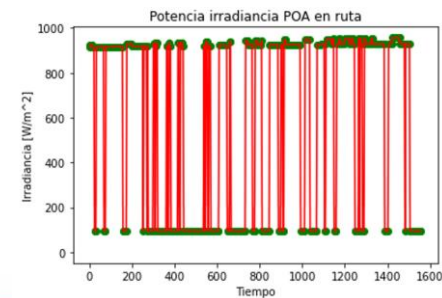
134 Wh/m²

Ruta B
16 min



157 Wh/m²

Ruta C
26 min



242 Wh/m²

6. Conclusiones

Logros

- Detección zonas cielo – sombras
- Conocimiento posicionamiento sol
- Generación lista de puntos de las rutas
- Obtención irradiancia de la ruta
- Selección ruta más energética

Líneas futuras de desarrollo

- Reducción tiempos ejecución → Mejora procesamiento imágenes
- Distinción imágenes en túnel
- Considerar climatología



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

Universidad Politécnica de Madrid
E. T. S. Ingeniería y Diseño Industrial

escuela técnica superior de
ingeniería
y diseño
industrial

Gracias por su atención