

Optimización de la Distribución de Cámaras de Seguridad mediante Clustering y MST en el Centro de León, Guanajuato

Luis Pablo López Iracheta

Planteamiento de problema

**CIUDAD DE MÉXICO**
CAPITAL DE LA TRANSFORMACIÓN

CENTRO DE COMANDO, CONTROL,
COMPUTO, COMUNICACIONES Y CONTACTO
CIUDADANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

CDMX / Órganos Desconcentrados / C5

Transparencia

Atención Ciudadana

Trámites y Servicios

Buscar en el sitio

Inicio

Dependencia ▼

Convocatorias

Atención de EMERGENCIAS ▼

Informe de Recursos Federales

Atención de EMERGENCIAS

Botón de Auxilio

Cámaras de Videovigilancia

Emergencias 9-1-1

089 Denuncia Anónima

Aviso de privacidad simplificado

Mi C911e (Tótem)

Cámaras de Videovigilancia

El **C5** opera y monitorea una infraestructura de más de **81,900 cámaras distribuidas a lo largo de la Ciudad de México** que se ubican en los Tótems del programa MIC911e y de los Sistemas Tecnológicos de Videovigilancia (STV's), mejor conocidos como los postes del C5. Los postes pueden contar con hasta 5 sensores, más una cámara 4k, logrando una visión de 360 grados.



Periódico **correio**


León

Solo 3 de 24 mercados de León cuentan con cámaras

La Dirección de Comercio de León informó que solo tres mercados de León cuentan con cámaras conectadas al C4 y busca enlazar más equipos

Fabrizio Moreno

Martes, 28 de Octubre del 2025



Comerciantes supervisan el funcionamiento de las cámaras de seguridad en los mercados de León. Foto: Fabrizio Moreno

Objetivo del proyecto

Diseñar un plan estratégico para la ubicación óptima de cámaras de vigilancia en el municipio de León, Guanajuato.

Mediante modelos de optimización, se identificarán los puntos críticos de mayor prioridad y se planificará la red de transmisión de datos hacia un centro de monitoreo centralizado, garantizando la máxima eficiencia en cobertura y costos.

Técnicas a utilizar:

- Propositiones que ayuden a identificar los puntos claves
- K-means para separar por clusters
- Algoritmo de A* que encuentra el camino más rápido entre dos puntos
- Algoritmo de Prim para encontrar la ruta más óptima para todos los puntos

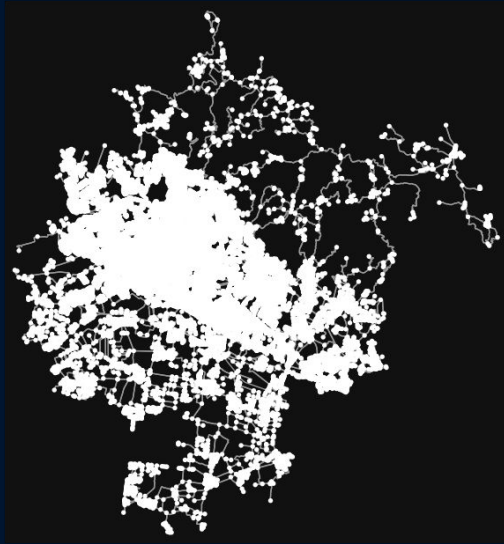
Paso 1: Obtener Grafo del centro del León

```
import osmnx as ox
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
import math
from matplotlib.patches import Circle
import contextily as ctx
import numpy as np

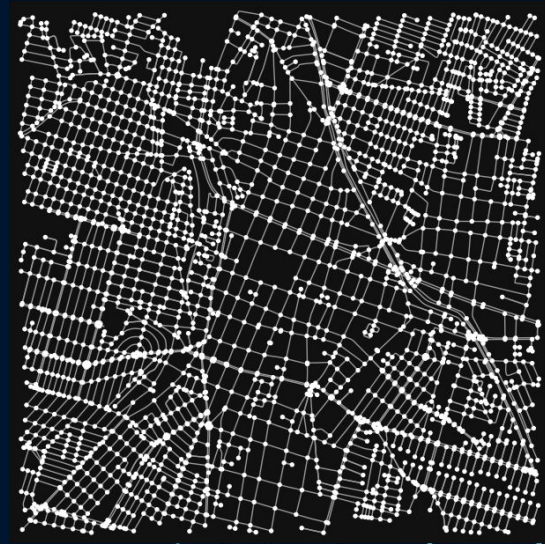
G = ox.graph_from_point((21.122, -101.682), dist=2000,
network_type='drive')
ox.save_graphml(G, "Centro_Leon_Guanajuato.graphml")
```



Para ver lo grande que es León y porque mejor solo el centro



Nodos: 43,872 y aristas: 103,337



Nodos: 2,658 y aristas: 4,940

Paso 2: Definir el criterio de selección de puntos críticos

Proposiciones Atómicas

- P = El nodo tiene ≥ 5 conexiones.
- Q = El nodo tiene exactamente 4 conexiones.
- I = La intersección es importante.
- R = La intersección es regular.
- D = Distancia de separación es 150 metros.
- F = Distancia de separación es 300 metros.
- C = No hay nodos seleccionados menores a la distancia de separación.
- S = El nodo es seleccionado para la lista elite.

Reglas de Clasificación

- ❖ $P \rightarrow I$
- ❖ $Q \rightarrow R$
- ❖ $I \rightarrow D$
- ❖ $R \rightarrow F$

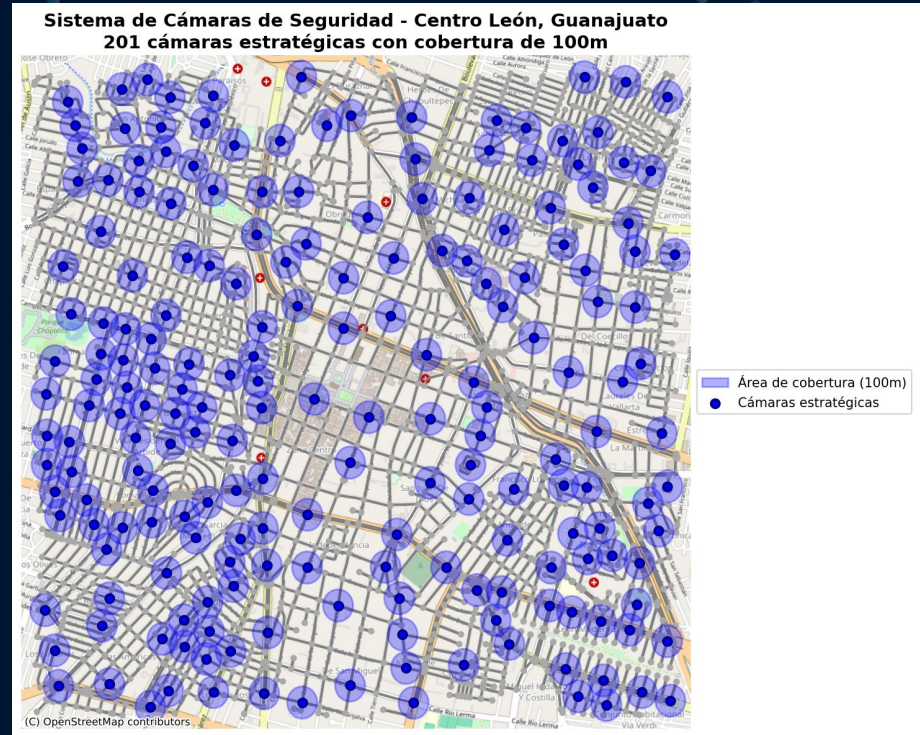
Regla de selección

- ★ $(P \vee Q) \wedge C \rightarrow S$

Paso 3: Realizar la identificación de los nodos más importantes

Área cubierta por las cámaras:
6.31 km²

Porcentaje del área total
cubierta: 39.65%



Paso 4: Agrupamiento de los nodos seleccionados

Nodos centrales por cluster:

Centroide en (-101.694663, 21.121367) - Nodo real más cercano ID: 351531834

Centroide en (-101.690882, 21.110382) - Nodo real más cercano ID: 2358755322

Centroide en (-101.670347, 21.132417) - Nodo real más cercano ID: 484967685

Centroide en (-101.670305, 21.112305) - Nodo real más cercano ID: 349280492

Centroide en (-101.690558, 21.133411) - Nodo real más cercano ID: 485108387

[351531834, 2358755322, 484967685, 349280492, 485108387]

Cluster 1: 41 nodos

Cluster 2: 38 nodos

Cluster 3: 39 nodos

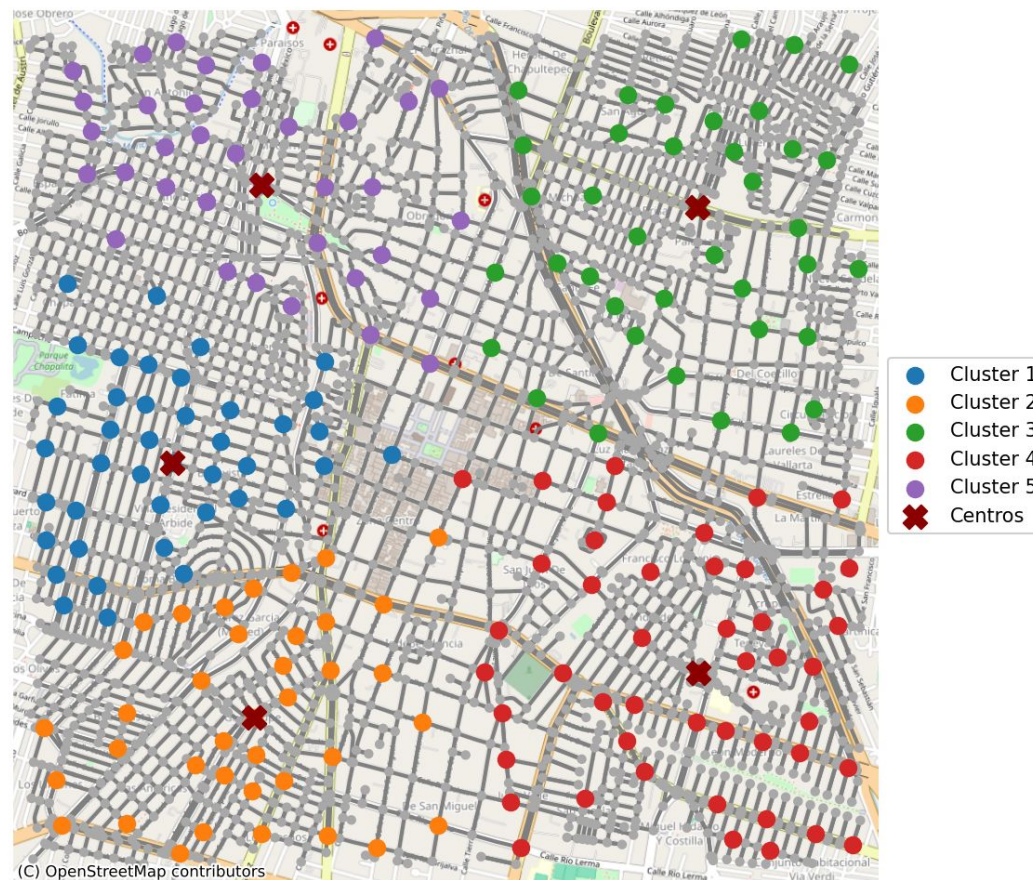
Cluster 4: 47 nodos

Cluster 5: 36 nodos

Promedio por Cluster: 40.2

Paso 4: Agrupamiento de los nodos seleccionados

Sistema de Cámaras de Seguridad - Centro León, Guanajuato
201 divididos en 5 clusters



Paso 5: Construcción de árboles mínimos dentro de cada grupo: Prim y A*

Cluster 1: Área cubierta = 1.29 km², Porcentaje del área total = 8.09%

Cluster 2: Área cubierta = 1.19 km², Porcentaje del área total = 7.50%

Cluster 3: Área cubierta = 1.23 km², Porcentaje del área total = 7.69%

Cluster 4: Área cubierta = 1.48 km², Porcentaje del área total = 9.27%

Cluster 5: Área cubierta = 1.13 km², Porcentaje del área total = 7.10%

Distancia total del Cluster 1: 11,263.94 metros

Distancia total del Cluster 2: 11,084.25 metros

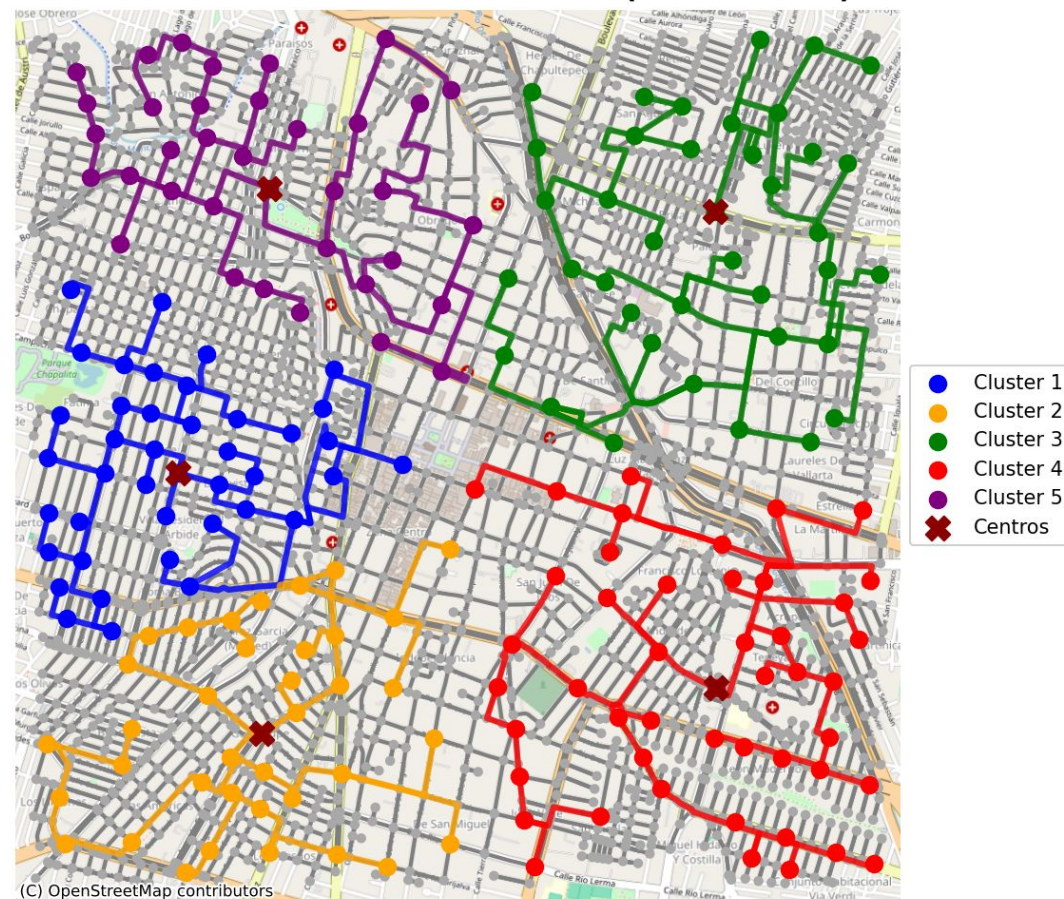
Distancia total del Cluster 3: 15,952.93 metros

Distancia total del Cluster 4: 15,258.79 metros

Distancia total del Cluster 5: 11,458.17 metros

Paso 5: Construcción de árboles mínimos dentro de cada grupo: Prim y A*

Sistema de Cámaras de Seguridad - Centro León, Guanajuato 201 cámaras en 5 clusters con MST (Rutas Reales)



Áreas a mejorar:

01

Distancias

Incluir el factor de pendiente en el grafo, dado que la topografía afecta la distancia del cableado (sobre todo en la zona norte)

02

Zonas críticas

Considerar el flujo vehicular al determinar en zonas críticas, de modo que las áreas de mayor actividad reciban más prioridad en la asignación de cámaras.



Fin!

LUIS PABLO LÓPEZ IRACHETA