

Posicionamiento óptimo de cuadrillas de mantenimiento usando información de Cloud de Google Maps e indicadores de confiabilidad

T. Valencia, D. Rodríguez

GERS

Panorama Actual

Relevancia

- Continuidad del servicio ESENCIAL:
 - ✓ Nivel de desarrollo de un país
 - ✓ Calidad de vida
 - ✓ Inversiones industriales
 - ✓ Ingresos de las compañías de electricidad
- Índices de calidad (*IEEE, 2012*)
 - ✓ *SAIDI*
 - ✓ *SAIFI*

SAIDI = 38 horas/usuario (SSPD, 2017)

SAIFI = 49.4 v/usuario (SSPD, 2017)

- CREG 015-2018 (*CREG, 2018*)
 - ✓ *SAIDI*
 - ✓ *SAIFI*

Propuestas Tradicionales



¿Cómo aumentar la confiabilidad sin incrementar los costos?

Localización Óptima de Recursos

- Función de optimización
- Restricciones
- Aplicación de técnicas de solución
- Solución óptima

Análisis de Datos

- Métricas de diagnóstico
- Detección de patrones
- Desarrollo de metodologías de prevención y predicción de fallas

Procesamiento de Datos

- Verificación
- Organización
- Transformación
- Integración
- Extracción

Recolección Confiable de Información

- Sistemas Integrados de Almacenamiento de Datos
- Recolección de múltiples fuentes
- Reutilización de información

Desarrollo de propuesta

Tipos de falla, indicadores de confiabilidad y tiempos de respuesta

Tipos de falla

- Temporales
- Sostenidas

00:03:00

CREG

Temporales



Sostenidas



Desarrollo de propuesta

Tipos de falla, indicadores de confiabilidad y tiempos de respuesta

Indicadores de Confiabilidad

- SAIDI
- SAIFI
- CAIDI
- ASAI
- etc

$$SAIDI = \frac{\sum \text{Total de min. de clientes interrumpidos}}{\text{Total de clientes}}$$

$$SAIFI = \frac{\sum \text{Duración de las interrupciones de los clientes}}{\text{Total de clientes}}$$

$$CAIDI = \frac{\sum \text{Duración de las interrupciones}}{\text{Número total de clientes con interrupciones}}$$

$$ASAI = \frac{\text{Total de horas de disponibilidad del servicio}}{\text{Horas de demanda}}$$

Desarrollo de propuesta

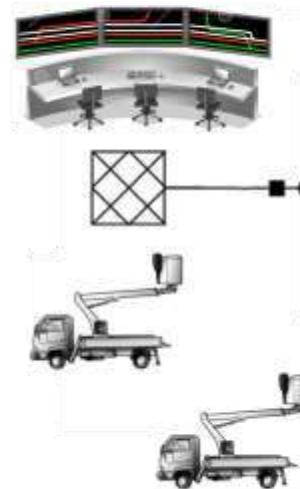
Tipos de falla, indicadores de confiabilidad y tiempos de respuesta

Tiempos de respuesta

- Tiempo de identificación
- Tiempo de desplazamiento
- Tiempo de reparación

Tiempo de identificación

f_ϕ
(segundos)

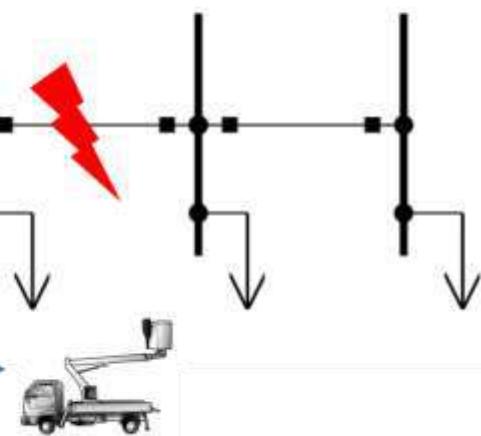


Tiempo desplazamiento

$t_{\phi,h}$
(minutos-horas)

Tiempo de reparación

r_ϕ
(horas)



Desarrollo de propuesta

Tipos de falla, indicadores de confiabilidad y tiempos de respuesta

Tipos de falla

- Temporales
- Sostenidas

00:03:00

CREG

Indicadores de Confiabilidad

- SAIDI
- SAIFI
- CAIDI
- CAIFI
- etc

$$SAIDI = \frac{\sum \text{Total de min. de clientes interrumpidos}}{\text{Total de clientes}}$$

Tiempos de respuesta

- Tiempo de identificación
- Tiempo de desplazamiento
- Tiempo de reparación

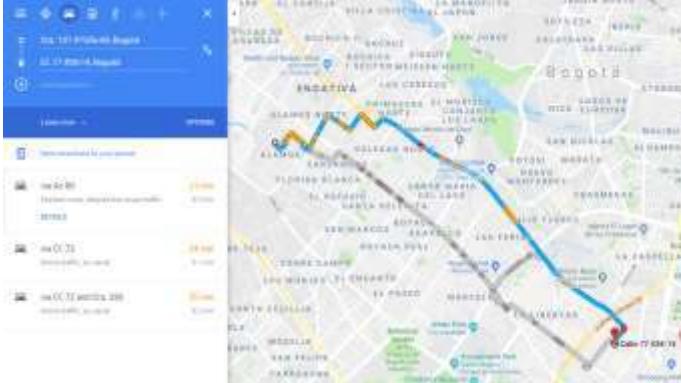
?



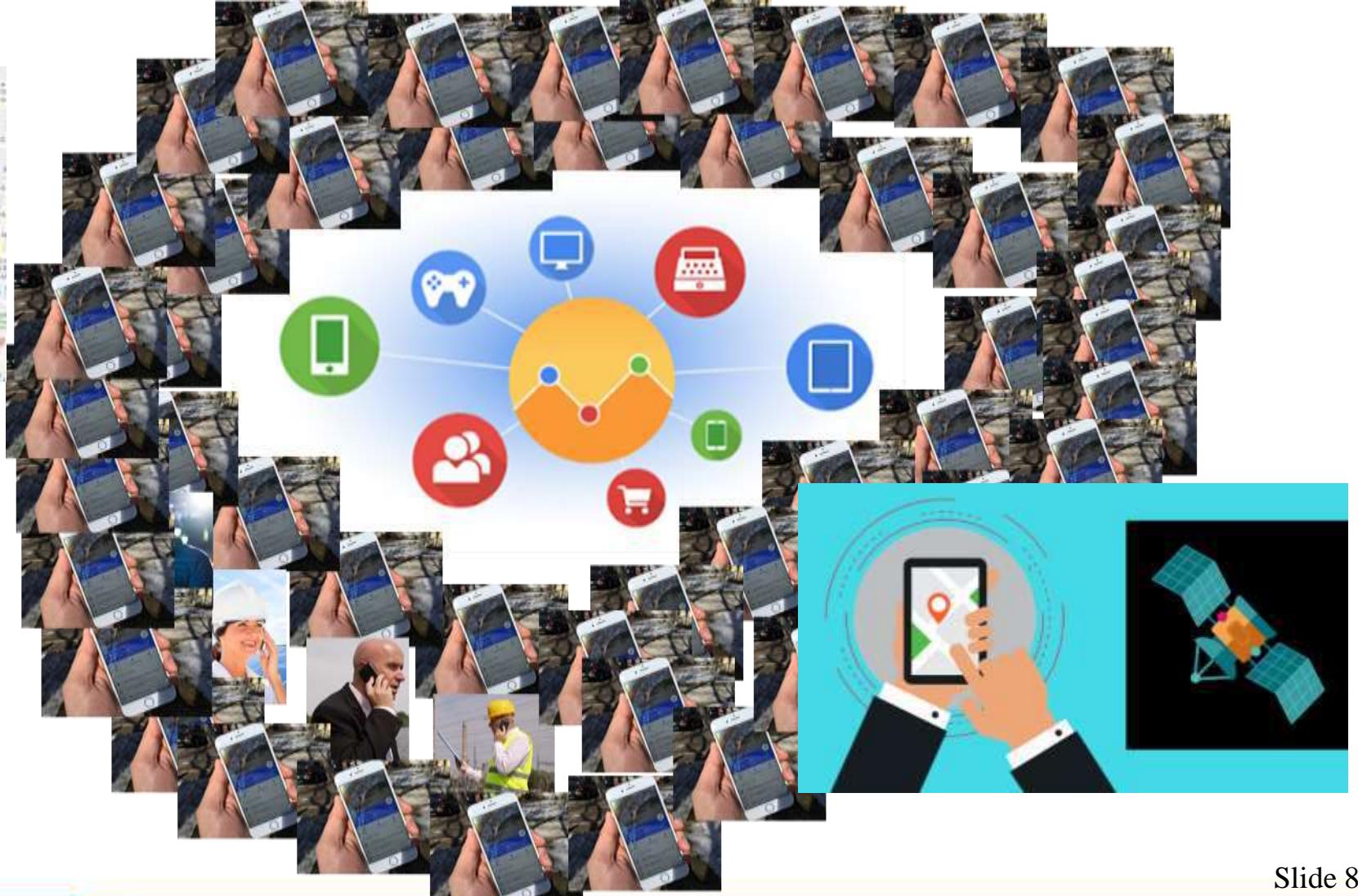
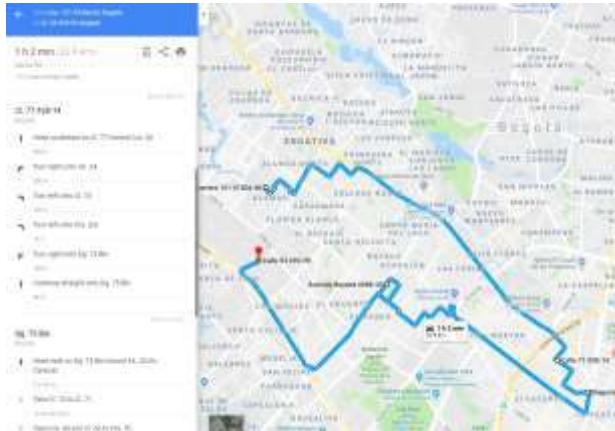
Desarrollo de propuesta

Tiempo de desplazamiento basado en información Cloud-Google

- Google Maps Distance Matrix API



- Google Maps Directions API



Desarrollo de propuesta

Algoritmos de Optimización

$$SAIDI = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^{24} \sum_{\phi \in \Phi} n_{\phi} \mu_{\phi} (r_{\phi}^0 + t_{\phi,h})$$

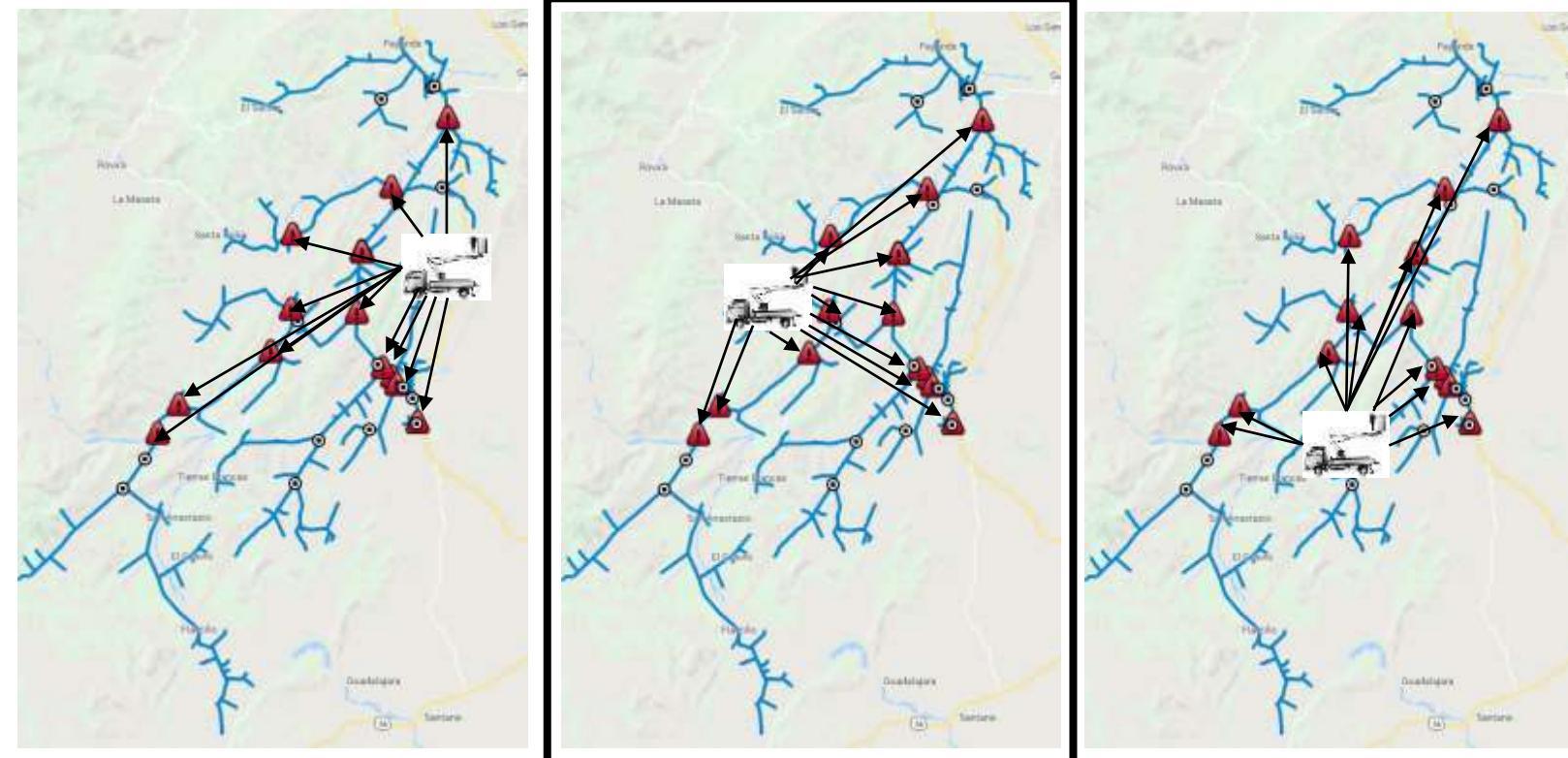
$$SAIDI = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^{24} \sum_{\phi \in \Phi} n_{\phi} \mu_{\phi} t_{\phi,h}$$

$$\min_{x_C} SAIDI = \min_{x_C} \left(\sum_{h=1}^{24} \sum_{\phi \in \Phi} n_{\phi} \mu_{\phi} t_{\phi,h} \right)$$

s.t.

$$t_{\phi,h} = \min_{c \in C} d_{c,\phi,h}$$

$$x_c \in S$$



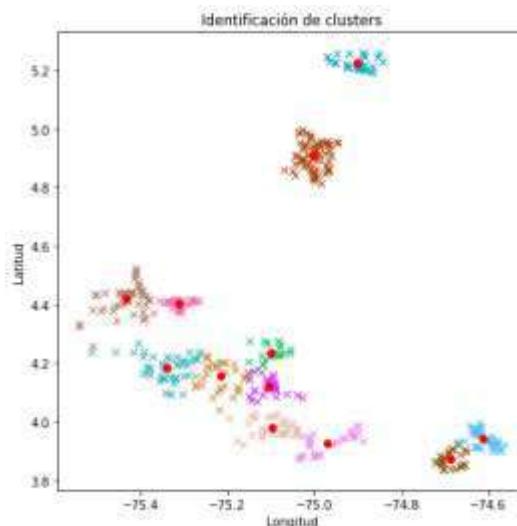
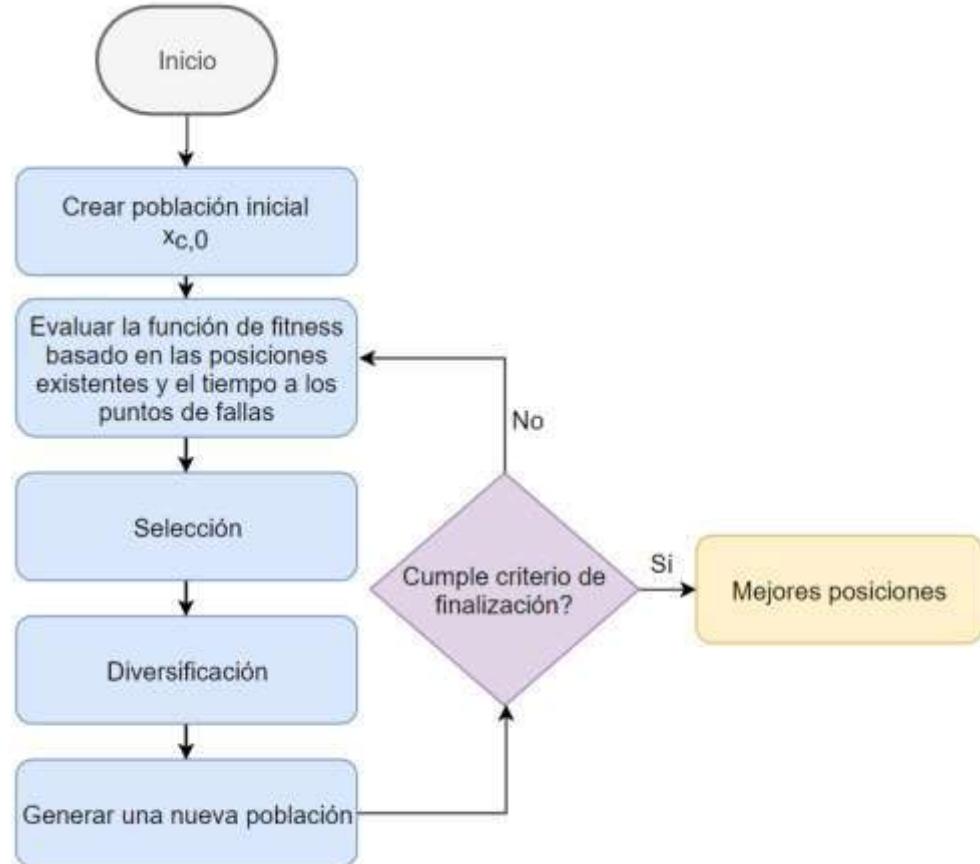
x	y	$t_{\phi,h} (h)$	SAIDI (h/usuario)
x1	y1	3	30
x2	y2	1	10
x3	y3	6	60

Se permite:

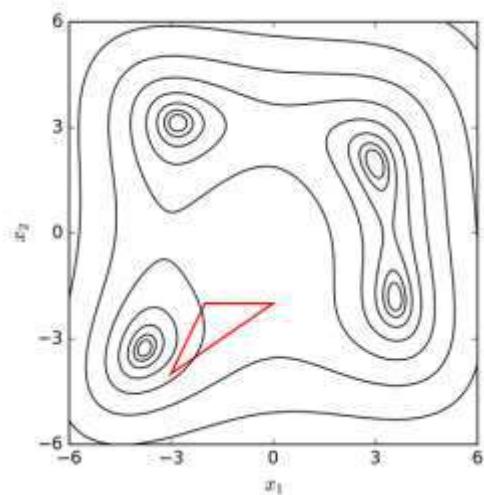
- Definir medio de transporte
- Zona rural y/o urbana
- mm/dd/aaaa 00:00:00

Desarrollo de propuesta

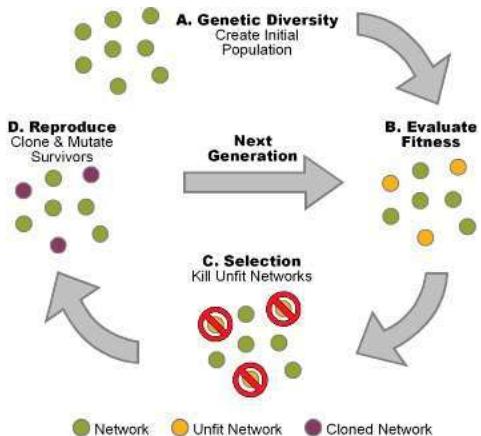
Algoritmos de Optimización



$$x_c \in S$$

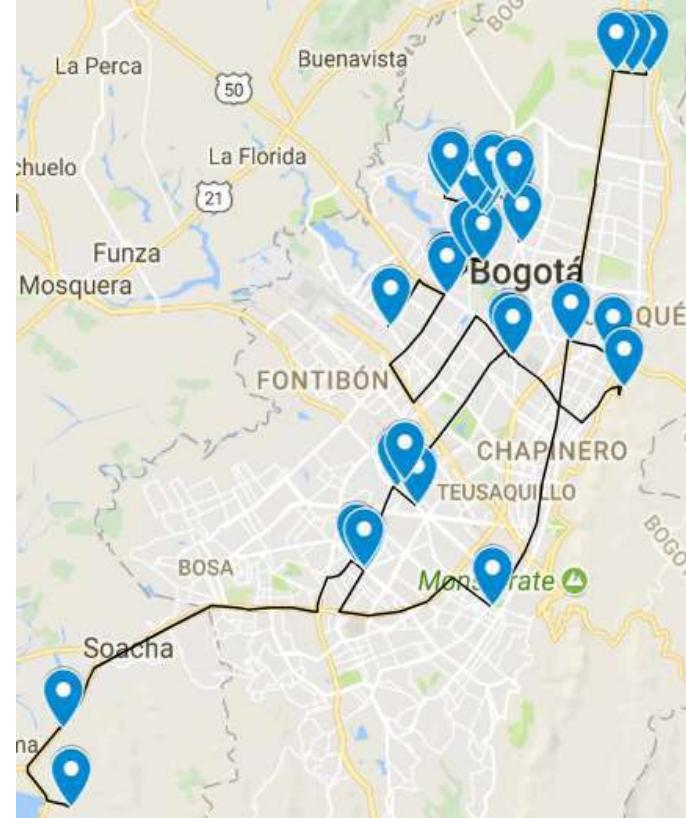
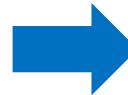


Algoritmo genético



Desarrollo de propuesta

Adquisición de datos y formulación del problema



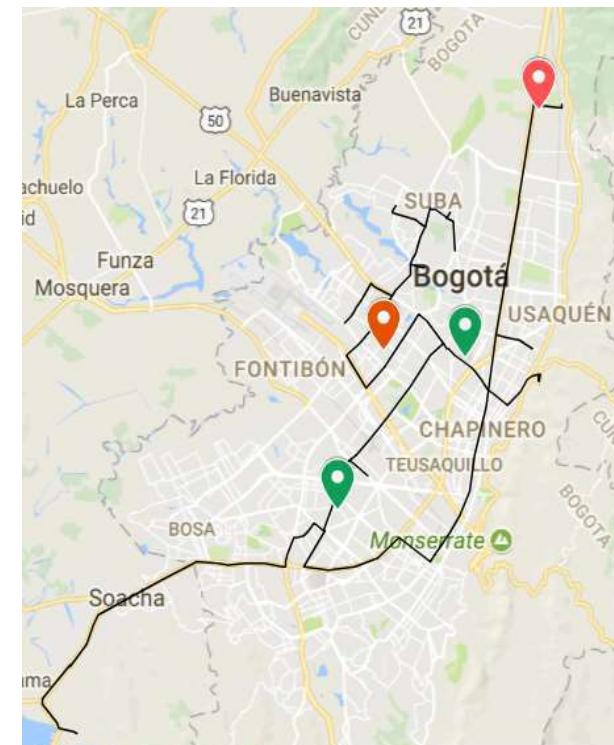
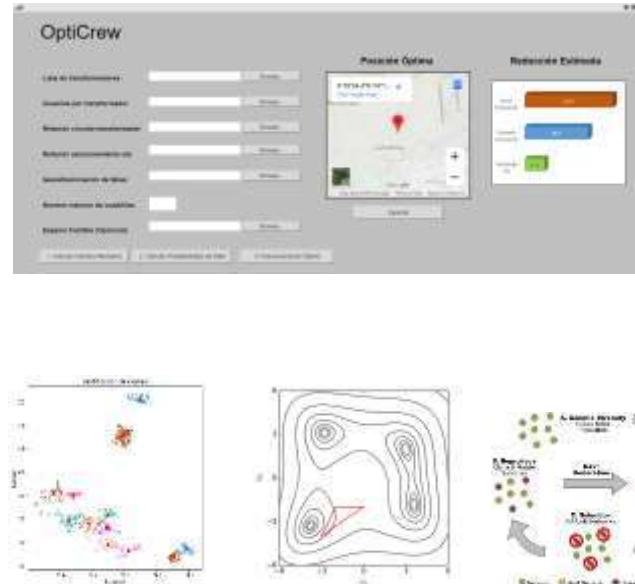
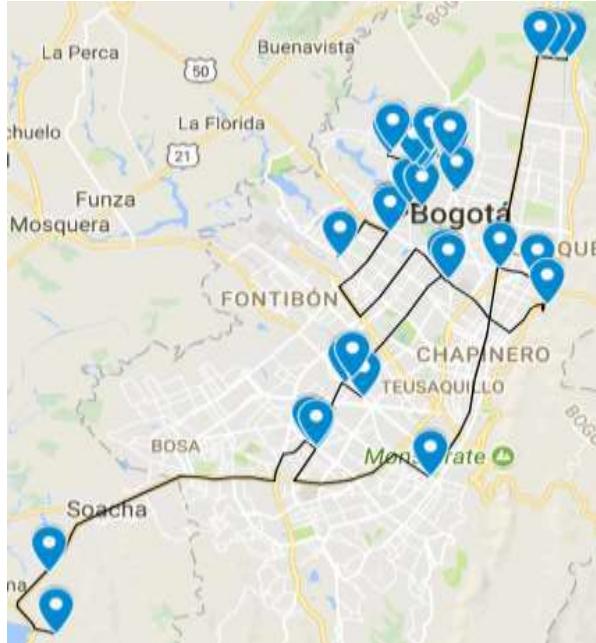
Google Maps

$$\min_{x_C} SAIDI = \min_{x_C} \left(\sum_{h=1}^{24} \sum_{\phi \in \Phi} n_{\phi} \mu_{\phi} t_{\phi,h} \right)$$

$$t_{\phi,h} = \min_{c \in C} d_{c,\phi,h}$$

Resultados- Caso A

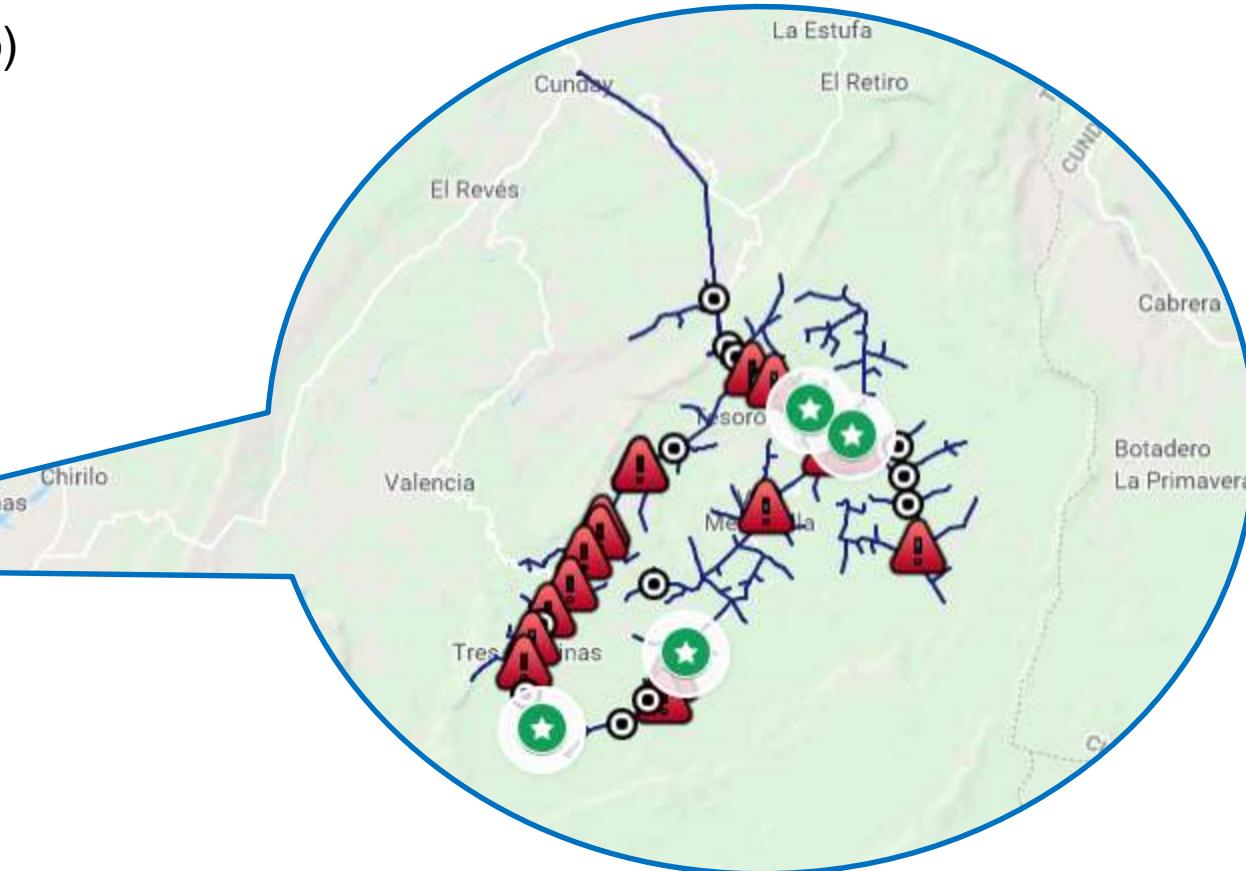
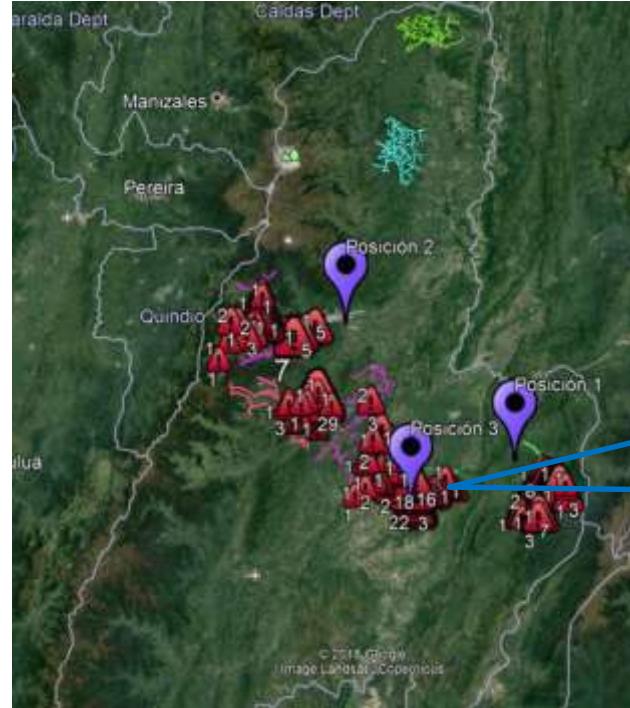
IEEE 34 nodos- Adaptado a la ciudad de Bogotá



	$SAIDI_{t,0}$	$SAIDI_{t,f}$	$\Delta\%$
Caso A	1,50	1,00	33,1%

Resultados – Caso B

Círculo Cunday – Enertolima
(sólo SAIDI debido a tiempos de desplazamiento)



	$SAIDI_{t,0}$	$SAIDI_{t,f}$	$\Delta\%$
Caso B	3,93	1,15	70,7%

● Cuadrilla

⚠ Equipo en falla

GERS