

# Nombre Trabajo Final

Juan José Sapuyes Pino<sup>[0000–1111–2222–3333]</sup>, Juan Manuel Pajoy  
López<sup>[1111–2222–3333–4444]</sup>, Juan Pablo Ortega Medina<sup>[2222–3333–4444–5555]</sup>,  
and Sebastián Rendón Giraldo<sup>[0000–0001–7822–3173]</sup>

Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.  
{jsapuyesp, jpajoy1, jportegame, serendongi}@unal.edu.co

**Abstract.** The abstract should briefly summarize the contents of the paper in 15–250 words.

**Keywords:** Clústering · Agrupamiento · Jerárquico · Programación Dinámica.

## 1 Introducción

Las empresas dedicadas a los servicios de laboratorio en casa se encuentran periódicamente con el problema de encontrar la ruta más óptima para sus enfermeros, que logre minimizar la distancia entre los puntos de recolección de muestras  $P_r$ . Los enfermeros suelen comenzar el recorrido desde sus casas  $P_o$ , a las 4:00 am, hacia los puntos de servicio designados, finalizando en un punto de entrega de muestras  $P_e$  alrededor de las 10:00am.

Para conocer las rutas óptimas para todos los enfermeros, es necesario realizar un agrupamiento o clústering geográfico de los puntos de recolección de muestras por zonas [1], según la cantidad de enfermeros domiciliarios  $K$ , encargados de tomar las muestras. Esto beneficia tanto a las empresas, pues representa un menor consumo de combustible y posiblemente un mayor número de servicios por día, como a los enfermeros, que tienen que recorrer menores distancias para realizar los servicios y tienen una ruta más consistente todos los días.

## 2 Planteamiento del problema

Dado un conjunto de puntos de recolección de muestras  $P_R$  con coordenadas  $(x, y)$  y una cantidad de enfermeros domiciliarios  $K$  para un día de la semana, necesitamos encontrar  $K$  clusters de tamaño mínimo  $\lfloor \frac{R}{K} \rfloor$  y tamaño máximo  $\lceil \frac{R}{K} \rceil$ .

El problema es un subproblema del enrutamiento de flotas, en el cuál debemos encontrar los grupos geográficos que minimicen las distancias entre clientes, y asignar cada uno de estos grupos a un enfermero. El problema de hallar la ruta óptima dentro de cada grupo no se aborda en esta propuesta.

### 2.1 Técnicas propuestas por otros autores

Se han propuesto métodos de clustering geográfico para redes de recolección y entrega de paquetes, que buscan minimizar el número de vehículos de la flota que la empresa debe usar, utilizando algoritmos jerárquicos aglomerativos con una función de distancia que logren minimizar los tiempos (costo) entre clientes de un clúster [1].

Nazari, et al. [2], proponen un algoritmo *bottom-up* de clustering jerárquico con puntos superpuestos con complejidad  $O(n^2)$ , agrupando parejas en cada nivel, encontrando intersecciones entre clústers y creando un nuevo clúster como la unión de estos dos.

## 3 Solución

### 3.1 Algoritmo

## 4 Complejidad y comparativa

## Referencias

1. Jarrah, A., Bard, J.: Pickup and delivery network segmentation using contiguous geographic clustering. *Journal of the Operational Research Society* **62**(10) (2011). <https://doi.org/10.1057/jors.2010.123>
2. Nazari, Z., Nazari, M., Kang, D.: A bottom-up hierarchical clustering algorithm with intersection points. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* **15**(1) (2019). <https://doi.org/10.24507/ijicic.15.01.291>