

## REDUCCIÓN DE ACOSO CALLEJERO A TRAVÉS DE UN ALGORITMO DE RUTAS ALTERNAS

**Descripción:** Este proyecto busca disminuir el potencial aumento de acoso en las calles, a través de un algoritmo que permita identificar y proporcionar rutas alternas, siendo estas más cortas y seguras. Esto surge de una problemática muy común en el mundo actual, ya que, cada vez más la tasa de acoso en un mayor porcentaje del género femenino sigue creciendo exponencialmente, lo cual solo es el inicio de una problemática que lleva siglos. Debido a esto varias personas se han concientizado de lo imprescindible de conocer diferentes rutas y caminos para poder establecer zonas más seguras y libres de acoso, por lo que, nacen iniciativas o ideas de proyecto como este, que surgen de una necesidad social y como respuesta a una perturbación del bienestar en el este caso de cualquier persona que pueda estar en una situación de acoso.

Edwar Mauricio Carrillo  
Carvajal  
Universidad Eafit  
Colombia  
emcarrillc@eafit.edu.co

Valentina Giraldo Noreña  
Universidad Eafit  
Colombia  
vgiraldon@eafit.edu.co

Andrea Serna  
Universidad Eafit  
Colombia  
asernac1@eafit.edu.co

Mauricio Toro  
Universidad Eafit  
Colombia  
mtorobe@eafit.edu.co

### RESUMEN

Para escribir un resumen, debe responder a las siguientes preguntas en un solo párrafo: ¿Cuál es el problema? ¿Por qué es importante el problema? ¿Cuáles son los problemas relacionados?

La problemática hallada para la realización de este proyecto fue el acoso callejero en varios sitios de la ciudad, lo que ha ocasionado que las calles se vuelvan peligrosas para quienes las transitan, ya que pueden ser víctimas potenciales de acoso verbal, físico, psicológico y de lo que se conoce coloquialmente como piropos. Con respecto a lo anterior, esta problemática se vuelve un llamado de alerta y un grito social para que cada vez más, se pueda disminuir el acoso en las calles, ya que, como sociedad se debe brindar a la misma comunidad un espacio seguro, cómodo y agradable, para que cada uno tenga la plenitud de transitar por vías seguras, sin depender de protección o sin tener que estar alerta todo el tiempo. Debido a lo anterior también surgen otros problemas relacionados como lo son, la violencia, aumento de hurto, atentados contra la integridad y vida humana, riesgo sexual en las calles, entre otros.

Continuando, para la solución precisa de esta situación que aqueja a muchas personas alrededor de la ciudad, fue implementar un algoritmo llamado Dijkstra, también nombrado algoritmo de caminos mínimos, este se encarga de determinar el camino más corto, buscando desde un vértice de origen a los otros que se encuentran dentro del grafo. Prosiguiendo, al realizar la ejecución de los tres caminos se obtuvo datos cuantitativos que nos permitían saber el tiempo, el riesgo y la distancia que se ejecutaba dentro de los 3 trayectos.

### Palabras clave

Camino más corto, acoso sexual callejero, identificación de rutas seguras, prevención del crimen.

### 1. INTRODUCCIÓN

Explique la motivación, en el mundo real, que conduce al problema. Incluya algunos antecedentes de este problema. *(En este semestre, la motivación es por qué y para qué necesitamos calcular un camino que reduzca tanto la distancia como el riesgo acoso sexual callejeros).*

La violencia contra la mujer es una violación a los derechos, es una falta a la integridad y a la salud de las víctimas; según el Ministerio de Salud una mujer al ser acosada o ser víctima de abuso, puede llegar a padecer de otras enfermedades que atenten contra su persona, lo que posiblemente desemboque y la lleve a una muerte prematura. Necesitamos protegerlas colectivamente, no podemos permitir que sigan acabando con la vida de mujeres inocentes, con familia, con sueños y metas por cumplir.

Asimismo, conocemos que en varias partes del mundo se presenta a diario casos de acoso callejero y delincuencia, más que todo hacia las mujeres y mayormente por parte de hombres, lo que hace evidente esa desigualdad de género, ya que las mujeres desde hace décadas se les ha visto como el ser humano débil y vulnerable, conduciendo cada vez más a un retroceso cultural y social que se ha visto desde tiempos atrás, es decir, mentes retrógradas y cerradas que siguen creyendo que el valor de la mujer está por debajo que el del hombre, lo que hoy en día se ha desmentido en demasiados campos, ya que, como cualquier ser humano, la mujer es merecedora de respeto y protección. Estos casos no solo se presentan en el género femenino, por ello, además se trae a

colación, que se han visto casos donde el hombre también ha sido denigrado y ultrajado, lo que evidencia claramente una falta de educación en un entorno de respeto y de comprensión acerca de las necesidades del otro con respecto a las mías y como esto se debe comprender como un principio de integridad, comodidad y seguridad mutuo.

### 1.1. Problema

En pocas palabras, explique el problema, el impacto que tiene este problema en la sociedad y por qué es útil resolverlo. *(En este semestre, el problema consiste en calcular tres caminos diferentes que reduzcan tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero).*

El 91,8% de los abusos sexuales en Colombia son reportados por mujeres, estos abusos generan problemas de salud en la mujer, además de que se atenta contra sus vidas y derechos; se deben hacer valer todos y cada uno de los derechos, sin importar quien sea, se debe mejorar la seguridad, debemos velar por el bienestar de los ciudadanos y generar un ambiente apto en donde se pueda convivir sin atentar contra la integridad de los otros.

### 1.2 Solución

Una de muchas soluciones posibles para este problema que abruma día a día a las mujeres de Medellín, es desarrollar una aplicación para conocer la ruta más rápida y segura con el fin de movilizarse por la ciudad. Al tener esta problemática decidimos implementar el algoritmo de Dijkstra, un algoritmo que calcula el camino más corto entre un nodo origen y los demás nodos dentro de un grafo. Solo funciona cuando se utilizan grafos ponderados conexos con valores positivos, es decir, todos los nodos están unidos entre sí por aristas con peso positivo. A nuestro modo de ver, el algoritmo de Dijkstra era la opción más factible porque a grosso modo es la herramienta que mejor implementa los conocimientos que hemos adquiridos sobre grafos y diccionarios dentro de estos, con el fin de dar una solución más viable en torno al acoso callejero.

### 1.3 Estructura del artículo

A continuación, en la Sección 2, presentamos trabajos relacionados con el problema. Posteriormente, en la Sección 3, presentamos los conjuntos de datos y los métodos utilizados en esta investigación. En la Sección 4, presentamos el diseño del algoritmo. Después, en la Sección 5, presentamos los resultados. Finalmente, en la Sección 6, discutimos los resultados y proponemos algunas direcciones de trabajo futuro.

## 2. TRABAJOS RELACIONADOS

A continuación, explicamos cuatro trabajos relacionados con la búsqueda de caminos para prevenir el acoso sexual callejero y la delincuencia en general.

Explique cuatro (4) artículos relacionados con el problema descrito en el apartado 1.1. Puede encontrar los problemas relacionados en revistas científicas. Considere Google Scholar para su búsqueda. *(En este semestre, el trabajo relacionado es la búsqueda de caminos para prevenir el acoso sexual callejero y la delincuencia en general).*

### 2.1 El acoso callejero no es ficción

Con la intención de combatir la constante violencia contra la mujer en México, un grupo de activistas creó la app Siempre Seguras, que recoge datos estadísticos sobre el acoso callejero y crea un mapa de focos rojos.

Esta aplicación por medio de los datos recogidos identifica las zonas “más inseguras” para las mujeres, es decir, los lugares donde hay mayor incidencia de acoso para encontrar las causas y tomar acción para acabar con este.

La investigadora Angelina Espejel desarrolló un algoritmo que descargaba tuits que estuvieran relacionados con mujeres víctimas del acoso sexual callejero. Actualmente la aplicación se encuentra disponible solo para Android, pero gracias a la gran respuesta por parte de las mujeres para contar su historia, se encuentra en desarrollo una segunda versión que estará disponible para otros sistemas operativos y contará con más funciones.

- Ángeles, S. *Always safe, an app to map sexual harassment in Mexico*. *Swissinfo.ch*. April 15, 2021 <https://www.swissinfo.ch/spa/m%C3%A9xico-violencia-machista-siempre-seguras--una-app-para-mapear-acoso-sexual-callejero-en-m%C3%A9xico/46537134>

### 2.2 Himmat: Una Aplicación Gratuita Para Combatir El Acoso Callejero

Himmat es una app gratuita creada en India con la intención de proteger a las mujeres del acoso y la violencia en las calles. Fue la primera app creada en colaboración con la policía de Delhi.

Es usada en su mayoría por mujeres que se movilizan solas, especialmente en la noche. La aplicación alerta a la policía de Delhi en caso de cualquier amenaza.

Para registrarse es necesario entrar a la página web de la policía de Delhi.

- Gonzalo, P. *Himmat: A Free Application to Combat Street Harassment, no date yet*. <https://www.periodismociudadano.com/himmat-una-aplicacion-gratuita-para-combatir-el-acoso-callejero/>

### 2.3 Prevención del acoso sexual a través de un algoritmo de búsqueda de rutas utilizando la búsqueda cercana.

Este trabajo fue realizado por un algoritmo de Bresenham junto a alguna apis de Google maps. Los resultados presentados en este estudio son simulaciones realizadas con la API de Nearby Search y Directions.

- Se utilizó la API de Búsqueda Cercana para encontrar los hospitales más cercanos en un radio de 800 metros
- Nearby Search para crear una lista de coordenadas de estos lugares
- Directions API para encontrar direcciones a pie hasta estos lugares
- Si quieres echar un vistazo y probarlo por tu cuenta, echa un vistazo aquí para la API de búsqueda cercana y aquí para la API de direcciones.

El objetivo de este trabajo era calcular el riesgo asociado a la toma de cada ruta, con lo que se pudiera conseguir la más segura, a través de un análisis de mapas de calor, con el fin de prevenir y disminuir los acosos sexuales.

Además, se cuestionaron el cómo se podría determinar la seguridad de las rutas.

- Determinar la seguridad global de la ruta únicamente mediante la puntuación de riesgo asociada al destino
  - Calcular la media de las puntuaciones de riesgo basadas en la cobertura de la cuadrícula de la ruta en línea recta desde el origen hasta el destino
  - Calcular la media de las puntuaciones de riesgo en función de la cobertura de la cuadrícula de cada paso de la ruta para llegar al destino
- Ma, D. *Prevention of sexual harassment through a pathfinding algorithm using near search*. June 15, 2020.  
<https://omdena.com/blog/path-finding-algorithm/>

### 2.4 SafeRoute: Aprender a navegar con seguridad por las calles en un entorno urbano

Este es un proyecto el cual nace como una solución para la seguridad en las calles. El proceso de búsqueda se puede evidenciar como un proceso de decisión de Markov. En cada paso de tiempo, el agente decide en qué dirección de la brújula ir a continuación, lo que eventualmente conduce al destino final. Las coordenadas iniciales y finales de las intersecciones se introducen en el modelo, que devuelve una lista de coordenadas relacionadas con las decisiones incrementales del agente. Al recompensar al agente por

evitar las calles llenas de delincuencia, creamos una ruta segura para el usuario.

El entorno y el agente basado en políticas se discuten, junto con el sistema de recompensas, y se utilizan para encontrar caminos cortos y seguros dentro de un mapa. Además, se describen las dos formas de entrenamiento (preentrenamiento y reentrenamiento con recompensas), junto con el algoritmo de prueba, se describen.

- SafeRoute: Learning to Navigate Streets Safely in an Urban Environment. SHARON LEVY, WENHAN XIONG, ELIZABETH BELDING, and WILLIAM YANG WANG, University of California, Santa Barbara. September 2020.  
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3402818>

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección, explicamos cómo se recogieron y procesaron los datos y, después, diferentes alternativas de algoritmos de caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

### 3.1 Recogida y tratamiento de datos

El mapa de Medellín se obtuvo de *Open Street Maps* (OSM)<sup>1</sup> y se descargó utilizando la API<sup>2</sup> OSMnx de Python. El mapa incluye (1) la longitud de cada segmento, en metros; (2) la indicación de si el segmento es de un solo sentido o no, y (3) las representaciones binarias conocidas de las geometrías obtenidas de los metadatos proporcionados por OSM.

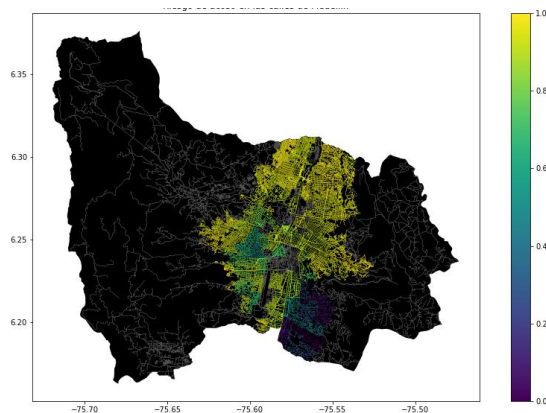
Para este proyecto, se calculó una combinación lineal (CL) que captura la máxima varianza entre (i) la fracción de hogares que se sienten inseguros y (ii) la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo. Estos datos se obtuvieron de la encuesta de calidad de vida de Medellín, de 2017. La CL se normalizó, utilizando el máximo y el mínimo, para obtener valores entre 0 y 1. La CL se obtuvo mediante el análisis de componentes principales. El riesgo de acoso se define como uno menos la CL normalizada. La Figura 1 presenta el riesgo de acoso calculado. El mapa está disponible en GitHub<sup>3</sup>.

**Figura 1.** Riesgo de acoso sexual calculado como una combinación lineal de la fracción de hogares que se sienten inseguros y la fracción de hogares con ingresos inferiores a

<sup>1</sup> <https://www.openstreetmap.org/>

<sup>2</sup> <https://osmnx.readthedocs.io/>

<sup>3</sup><https://github.com/mauriciotoro/ST0245Eafit/tree/master/proyecto/Datasets/>



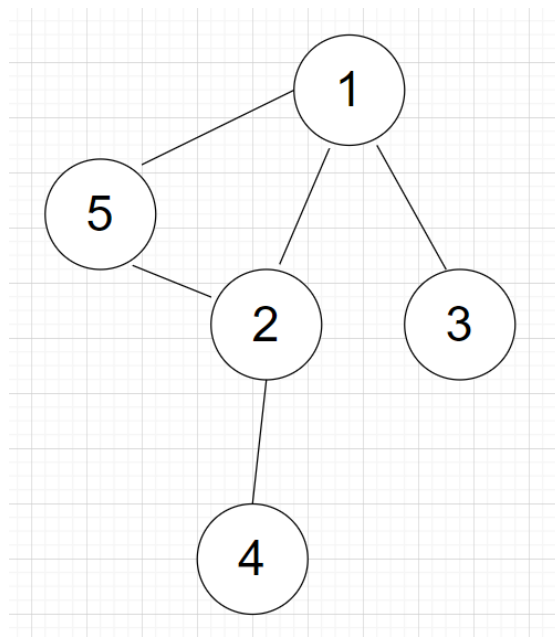
un salario mínimo, obtenidas de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017.

### 3.2 Alternativas de caminos que reducen el riesgo de acoso sexual callejero y distancia

A continuación, presentamos diferentes algoritmos utilizados para un camino que reduce tanto el acoso sexual callejero como la distancia. *(En este semestre, ejemplos de dichos algoritmos son DFS, BFS, Dijkstra, A\*, Bellman, Floyd, entre otros).*

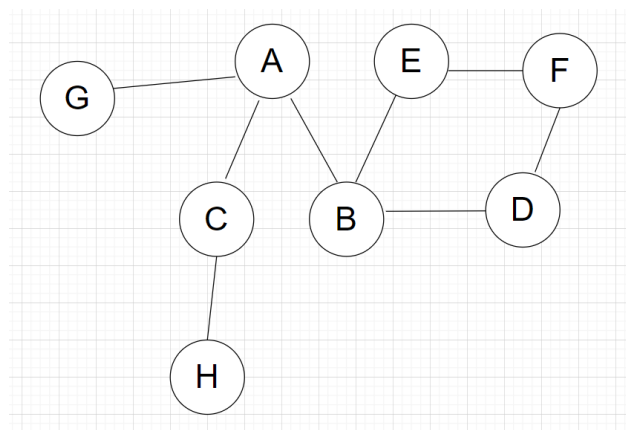
#### 3.2.1 Una Búsqueda En Profundidad (DFS)

Una búsqueda en profundidad (DFS) es un algoritmo de búsqueda para lo cual recorre los nodos de un grafo (es un tipo abstracto de datos (TAD), que consiste en un conjunto de nodos (también llamados vértices) y un conjunto de arcos (aristas) que establecen relaciones entre los nodos). Su funcionamiento consiste en ir expandiendo cada uno de los nodos que va localizando, de forma recurrente (desde el nodo padre hacia el nodo hijo).



#### 3.2.2 Una Búsqueda De Anchura

Una búsqueda en anchura (BFS) es un algoritmo de búsqueda no informada utilizado para recorrer o buscar elementos en un grafo, comenzando en la raíz (eligiendo algún nodo como elemento raíz en el caso de un grafo), para luego explorar todos los vecinos de este nodo.

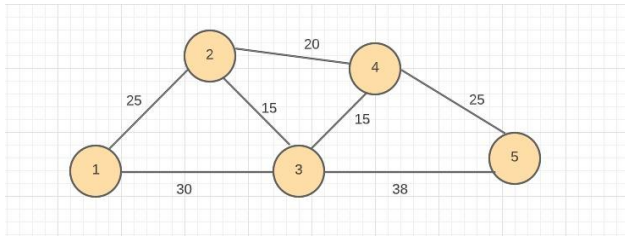


#### 3.2.3 Dijkstra

El algoritmo de Dijkstra, también conocido como el algoritmo de caminos mínimos tiene como función determinar el camino más corto desde el nodo origen hasta cualquier nodo de la red o grafo. Su nombre se refiere a Edsger Dijkstra, quien lo escribió por primera vez en 1959.

Es un algoritmo eficiente, de complejidad  $O(n^2)$ , donde “n” es la cantidad de vértices. Este se basa en iteraciones, de tal modo que, su desarrollo se dificulta a medida que el tamaño

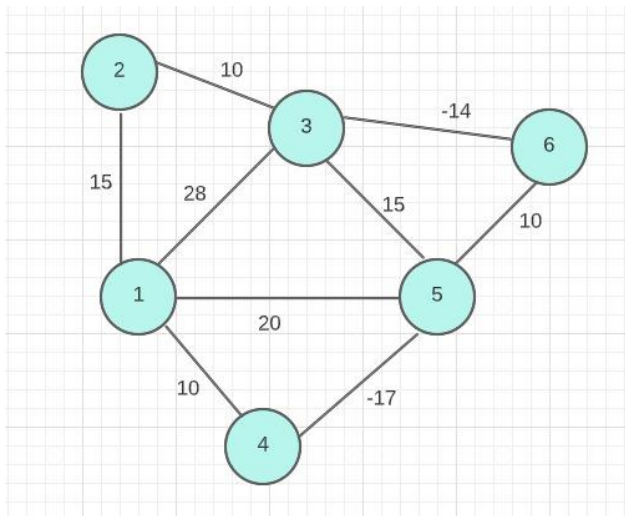
de la red aumenta, lo que significa una gran desventaja frente a todos los demás métodos de optimización basados en programación matemática.



### 3.2.4 Bellman-Ford

Soluciona el problema del camino más rápido desde un nodo origen, de una forma más general que el algoritmo de Dijkstra, ya que permite valores negativos en los arcos.

El algoritmo inicia desde el nodo origen y devuelve un valor booleano si encuentra un tramo o circuito negativo. En caso contrario calcula y retorna la ruta más rápida y su distancia.



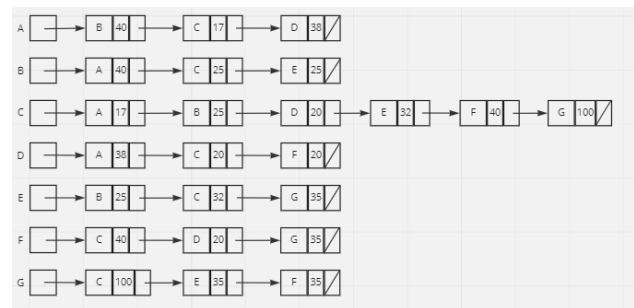
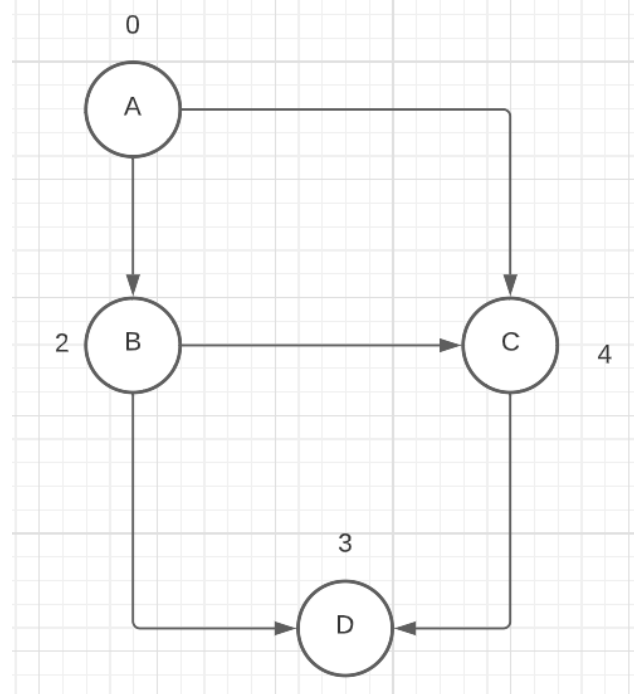
## 4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

A continuación, explicamos las estructuras de datos y los algoritmos utilizados en este trabajo. Las implementaciones de las estructuras de datos y los algoritmos están disponibles en Github<sup>4</sup>.

### 4.1 Estructuras de datos

Dentro de este se implementó la herramienta de las listas de adyacencia. Esta estructura tiene como fin asociar cada vértice del grafo a una lista que contenga dentro de ella los demás vértices que sean adyacentes a el mismo, por ello el grafo se representa con vectores con componente denominados n, y cada uno de estos corresponde a una lista de adyacencia, lo que pertenecería a un vértice del grafo.

La estructura de los datos se presenta en la Figura 2.



### 4.2 Algoritmos

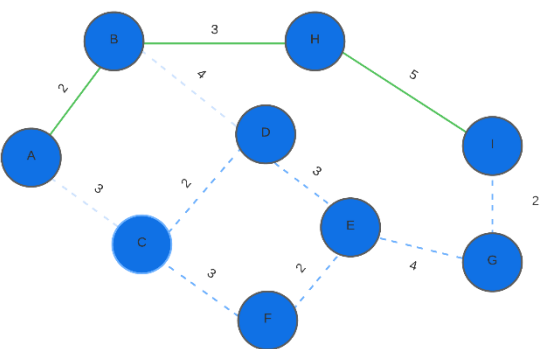
En este trabajo, proponemos un algoritmo para un camino que minimiza tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

<sup>4</sup> <https://github.com/ValentinaGiraldo03/Proyecto-de-Datos-y-Algoritmos.git>

4.2.1 Algoritmo para un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

El algoritmo de Dijkstra encuentra el camino más rápido desde un nodo origen a los demás nodos. Se implementó en un grafo ponderado conexo. Continuando, este algoritmo analiza el coste mínimo de una ruta a partir de un origen y llegando a un destino, en este caso se tuvo en cuenta el peso y el riesgo para esto, ya que, esto nos permitía conocer la ruta o dirección que tiene un coste mínimo con respecto al objetivo de llegada encontrando una ruta ideal o ruta más corta y con menor riesgo de acoso, ruta la cual es la que muestra el programa.

El algoritmo se ejemplifica en la Figura 3.



4.2.2 Cálculo de otros dos caminos para reducir tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

Los otros dos caminos son una solución óptima que se ejecuta por separado con las mismas condiciones del camino principal, pero cada uno de estos secundarios siendo un foco específico de alguno de los dos requerimientos, es decir, uno de estos es una opción para calcular la ruta más corta en términos de distancia y la otra opción es para calcular la ruta más segura. Para esto, se implementó el uso de los grafos, este tipo de datos esta representado por nodos (vértices) y por arcos (aristas) que establecen relaciones directamente con los nodos.

El algoritmo se ejemplifica en la Figura 4.

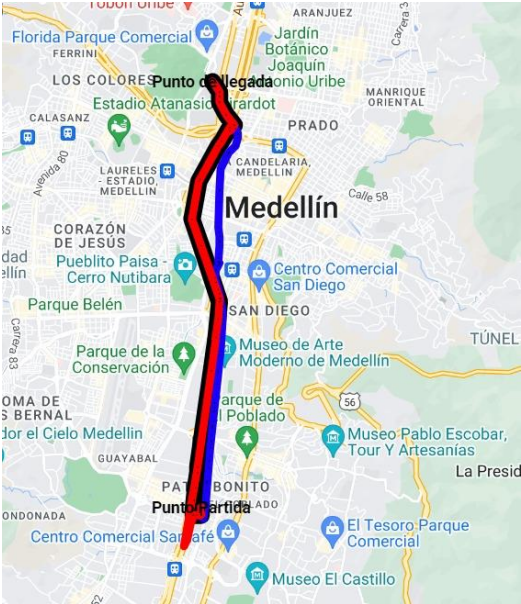


Figura 4: Mapa de la ciudad de Medellín donde se presentan tres caminos para peatones que reducen tanto el riesgo de acoso sexual como la distancia en metros entre la Universidad EAFIT y la Universidad Nacional.

4.3 Análisis de la complejidad del algoritmo

Conocemos que la complejidad tomando en cuenta el tiempo y el espacio y a partir de estos datos determina la complejidad de un programa. En este caso nuestro algoritmo que se usó como herramienta para darle una respuesta lo pedido, fue Dijkstra.

Algoritmo	Complejidad temporal
Dijkstra	$O( V ^2 +  E ) = O( V ^2)$

Tabla 1: Complejidad temporal de Dijkstra. En esta complejidad la V representa los vértices y la E representa las aristas.

Estructura de datos	Complejidad de la memoria
Listas de adyacencia	$O(V)$

Tabla 2: Complejidad de memoria de la estructura de datos de listas de adyacencia es  $O(V)$ , donde V representa los vértices.

4.4 Criterios de diseño del algoritmo

En este trabajo se decidió escoger Dijkstra como algoritmo, ya que la forma en la que trabaja este mismo, resultaba útil para lo que se debía realizar como proyecto, ya que, a la hora de implementar este dentro de un algoritmo, cumplía la función de recorrer los nodos, desde un nodo de origen hasta un nodo destino que se ubicaban dentro del grafo.

## 5. RESULTADOS

En esta sección, presentamos algunos resultados cuantitativos sobre los tres caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

### 5.1 Resultados del camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

A continuación, presentamos los resultados obtenidos de *tres caminos que reducen tanto la distancia como el acoso*, en la Tabla 3.

Origen	Destino	Distancia	Riesgo
Eafit	Unal	7.744 m	0.73
Eafit	Unal	10.622 m	0.50
Eafit	Unal	11.315 m	0.74

**Tabla 3.** Distancia en metros y riesgo de acoso sexual callejero (entre 0 y 1) para ir desde la Universidad EAFIT hasta la Universidad Nacional caminando.

### 5.2 Tiempos de ejecución del algoritmo

En la Tabla 4, explicamos la relación de los tiempos medios de ejecución de las consultas presentadas en la Tabla 3.

Cálculo de $v$	Tiempos medios de ejecución (s)
$v = d$	79.09 s
$v = r$	78.35 s
$v = d + 100r$	80.13 s

**Tabla 4:** Tiempos de ejecución del nombre del *algoritmo Dijkstra*

Si nos ponemos a comparar los caminos, si notaremos que hay diferencias entre los tres, claramente es una idea buena para poder mitigar una problemática que no disminuye, sino que aumenta constantemente. Es una buena estrategia y herramienta que podrían implementar las personas en su día a día a la hora de elegir un camino por el cual irse para llegar a un destino querido.

### 6.1 Trabajos futuros

En nuestro proyecto claramente una de las cosas que quisiéramos mejorar es la optimización del mismo, con ello lograr potencializar varias ideas y acciones con las que el algoritmo podría ser mas eficaz y eficiente, teniendo en cuenta factores como los trabajados en el proyecto (distancia y riesgo).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación agradece a aquellos que han contribuido en pequeña y gran medida, a quienes nos orientaron y quienes tuvieron la disposición de dirigir nuestros conocimientos y dudas a la realización concreta del proyecto.

Además, se agradece a nuestros padres, quienes nos brindaron el estudio, y que estuvieron a nuestro lado. Estos autores agradecen a la Vicerrectoría de Descubrimiento y Creación, de la Universidad EAFIT, su apoyo en esta investigación. Asimismo, se agradece a la beca Generación E, quienes brindaron el apoyo financiero en esta carrera.

## REFERENCIAS

- Ángeles, S. *Always safe, an app to map sexual harassment in Mexico*. *Swissinfo.ch*. April 15, 2021 [https://www.swissinfo.ch/spa/m%C3%A9xico-violencia-machista\\_siempre-seguras--una-app-para-mapear-acoso-sexual-callejero-en-m%C3%A9xico/46537134](https://www.swissinfo.ch/spa/m%C3%A9xico-violencia-machista_siempre-seguras--una-app-para-mapear-acoso-sexual-callejero-en-m%C3%A9xico/46537134)
- Gonzalo, P. *Himmat: A Free Application to Combat Street Harassment, no date yet*. <https://www.periodismociudadano.com/himmat-una-aplicacion-gratuita-para-combatir-el-acoso-callejero/>
- Ma, D. *Prevention of sexual harassment through a pathfinding algorithm using near search*. June 15, 2020. <https://omdena.com/blog/path-finding-algorithm/>
- *Bellman-Ford algorithm minimum path - maximum path* [https://arodrigu.webs.upv.es/grafos/doku.php?id=algoritmo\\_bellman\\_ford](https://arodrigu.webs.upv.es/grafos/doku.php?id=algoritmo_bellman_ford)
- SafeRoute: Learning to Navigate Streets Safely in an Urban Environment. SHARON LEVY, WENHAN XIONG, ELIZABETH BELDING, and WILLIAM YANG WANG, University of California, Santa Barbara. September 2020. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3402818>
- López, M. *DFS vs BFS*. May 25, 2020. <https://www.encora.com/es/blog/dfs-vs-bfs>
- *Subject: Algorithms for the shortest path in a Network. Programming IV. Guide No. 10* [https://www.udb.edu.sv/udb\\_files/recursos\\_guias/informatica-ingenieria/programacion-iv/2019/ii/guia-10.pdf](https://www.udb.edu.sv/udb_files/recursos_guias/informatica-ingenieria/programacion-iv/2019/ii/guia-10.pdf)