Contexto Problemático
En colombia anteriormente existían trenes intermunicipales que conectaban las principales ciudades colombianas, un medio de transporte muy utilizado por los colombianos. Hoy en día se quiere simular estaciones de trenes en diferentes ciudades de colombia para evaluar un nuevo proyecto en el que viene trabajando el gobierno colombiano, dependiendo del buen uso de esta interfaz y que las simulaciones logren salir de la mejor manera, el proyecto será evaluado y se instalarán metros en las principales ciudades colombianas.

Paso 1: Identificación del problema

Definición del programa:
Este proyecto consiste en un sistema digital de tren subterráneo, la idea es simular dicho sistema mediante el uso de grafos. El programa estará en la capacidad de darle al usuario el camino más corto entre dos estaciones (vértices), el tiempo de menor tráfico entre las estaciones y entre otras funcionalidades que aún están en desarrollo. Creemos que este programa sería muy útil para las personas que viven en ciudades que cuentan con este servicio rápido y efectivo; además pensamos que el uso de un programa como este hará mejor el servicio y ayudará mucho más a cada uno de los usuarios.

Identificación de necesidades y síntomas:

- El programa debe estar en la capacidad de entregar el camino más corto, entre cada estacion de tren.
- El programa debe estar en la capacidad de agregar estaciones cuando lo desee el usuario.
- El programa debe estar en la capacidad de dar el recorrido de una estación que el usuario elija a todas.

Paso 2: Recopilación de información
Con el objetivo de modelar de la mejor forma el problema, se ha hecho una profunda búsqueda de información sobre las estructuras de datos y los métodos que apliquen a este problema.

Definiciones
Estructura de Datos
En ciencias de la computación, una estructura de datos es una forma particular de organizar datos en una computadora para que puedan ser utilizados de manera eficiente. Diferentes tipos de estructuras de datos son adecuados para diferentes tipos de aplicaciones, y algunos son altamente especializados para tareas específicas.

Grafos
Los grafos son un conjunto de puntos, de los cuales algún par de ellos está conectado por unas líneas. Si estas líneas son flechas, hablaremos de grafo dirigido (digrafo),

mientras que si son simples líneas estamos ante un grafo no dirigido. Más formalmente se pueden definir como un conjunto de vértices y un conjunto de aristas. Cada arista es un par (u,v), donde u y v pertenecen al conjunto de vértices. Si este par es ordenado el grafo es dirigido. Un grafo G se dice conexo si, para cualquier par de vértices u y v en G, existe al menos una trayectoria (una sucesión de vértices adyacentes que no repite vértices) de u a v.

Algoritmo Djisktra
Es un algoritmo para la determinación del camino más corto, dado un vértice origen, hacia el resto de los vértices en un grafo que tiene pesos en cada arista. Este algoritmo consiste en ir explorando todos los caminos más cortos que parten del vértice origen y que llevan a todos los demás vértices; cuando se obtiene el camino más corto desde el vértice origen hasta el resto de los vértices que componen el grafo, el algoritmo se detiene.

Algoritmo de Floyd-Warshall
Es un algoritmo de análisis sobre grafos para encontrar el camino mínimo en grafos dirigidos ponderados. El algoritmo encuentra el camino entre todos los pares de vértices en una única ejecución.

Algoritmo de Prim
Es un algoritmo perteneciente a la teoría de los grafos para encontrar un árbol recubridor mínimo en un grafo conexo, no dirigido y cuyas aristas están etiquetados. El algoritmo encuentra un subconjunto de aristas que forman un árbol con todos los vértices, donde el peso total de todas las aristas en el árbol es el mínimo posible. Si el grafo no es conexo, entonces el algoritmo encontrará el árbol recubridor mínimo para uno de los componentes conexos que forman dicho grafo no conexo.

Algoritmo de Kruskal
Es un algoritmo de la teoría de grafos para encontrar un árbol recubridor mínimo en un grafo conexo y ponderado. Es decir, busca un subconjunto de aristas que, formando un árbol, incluyen todos los vértices y donde el valor de la suma de todas las aristas del árbol es el mínimo.

Algoritmo DFS
Es un algoritmo de búsqueda no informada utilizado para recorrer todos los nodos de un grafo o árbol de manera ordenada, pero no uniforme. Su funcionamiento consiste en ir expandiendo todos y cada uno de los nodos que va localizando, de forma recurrente, en un camino concreto.

Algoritmo BFS
Es un algoritmo de búsqueda no informada utilizado para recorrer o buscar elementos en un grafo. Intuitivamente, se comienza en la raíz (eligiendo algún nodo como elemento raíz en el caso de un grafo) y se exploran todos los vecinos de este nodo.

A continuación para cada uno de los vecinos se exploran sus respectivos vecinos adyacentes, y así hasta que se recorra todo el árbol.

Paso 3: Búsqueda de soluciones creativas

Las siguientes son las alternativas que se tienen para solucionar el problema

Alternativa 1: Usar pilas, colas y hashtables propias

- El implementar nuestras propias colas, pilas y hashtables nos facilita de gran manera nuestra tarea ya que podemos acondicionar estas estructuras de acuerdo a las necesidades que tenemos.

Alternativa 2: Usar arreglos y estructuras no dinámicas

- El uso de arreglos y estructuras no conocidas, tienen un grado de implementación y entendimiento muy menor, ya que se tiene un tiempo respetable trabajando con estas estructuras.

Alternativa 3: Usar arboles(ABB,Roji-Negro,AVL)

- El uso de estas estructuras de datos nos son de gran ayuda, ya que con estas estructuras podemos organizar los datos de una manera muy organizada y clara. Además al momento de requerir datos fácilmente los podemos encontrar si está organizados en una de estas estructuras.

Alternativa 4: Usar Grafos

- El uso de estas estructuras de datos nos son de gran ayuda, ya que con estas estructuras se logra organizar y plantear una solución, a parte de los diferentes algoritmos que esta estructura nos permite realizar, podemos implementar fácilmente algoritmos que nos ayuden con la solución del problema presentado.

Paso 4: Transición de las Ideas a los Diseños Preliminares

Se descarta la alternativa número 2, ya que el trabajar solamente con arreglos y estructuras no dinámicas nos dificulta la realización del trabajo y no se podría llevar de la mejor manera las necesidades que pide el programa.

La revisión cuidadosa de las otras alternativas nos conduce a lo siguiente:

Alternativa 1: Usar pilas, colas y hashtables propias

- Estas estructuras de datos pueden servir para algunos de los requerimientos pero con otros nos pueden causar dificultad por la manera en que son almacenados los datos en estas estructuras.

Alternativa 3: Usar arboles(ABB,Roji-Negro,AVL)

- Estas estructuras permiten una gran manera de organizar la información, pero no cuenta con algoritmos útiles para dar una completa solución al problema que se presenta.

Alternativa 4: Usar Grafos

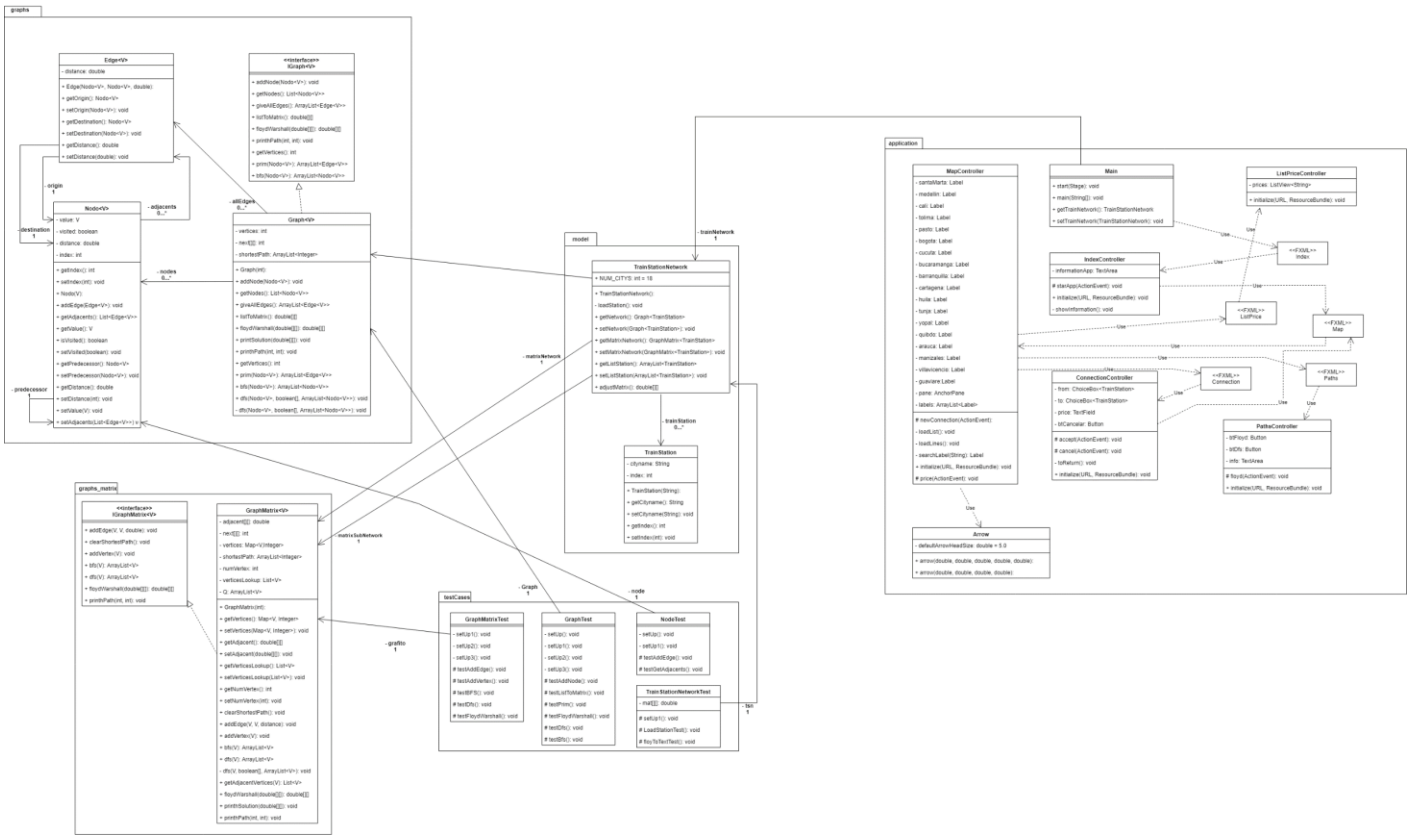
- Esta estructura es ideal para dar solución al problema presentado, a parte de la fácil organización que podemos hacer en ella, los algoritmos que se pueden implementar satisfacen complemente lo requerido por el problema.

Paso 5: Evaluación y Selección de la Mejor Solución

- Criterio A. Precisión de la solución. La alternativa entrega una solución:
  - [2] Exacta (se prefiere una solución exacta)
  - [1] Aproximada
- - Criterio B. Eficiencia. Se prefiere una solución con mejor eficiencia que las otras consideradas. La eficiencia puede ser:
  - [4] Constante
  - [3] Mayor a constante
  - [2] Logarítmica
  - [1] Lineal
- - Criterio C. Completitud. Se prefiere una solución que encuentre todas las soluciones. Cuántas soluciones entrega:
  - [3] Todas
  - [2] Más de una si las hay, aunque no todas
  - [1] Sólo una o ninguna
- - Criterio D. Facilidad en implementación algorítmica:
  - [2] Compatible con las operaciones aritméticas básicas de un equipo de cómputo moderno
  - [1] No compatible completamente con las operaciones aritméticas básicas de un equipo de cómputo moderno

	Criterio A	**Criterio B**	**Criterio C**	**Criterio D**	**Total**
Alternative(1)	**1**	**2**	**1**	**2**	**6**
Alternative(3)	**1**	**2**	**1**	**2**	**6**
Alternative(4)	**2**	**2**	**3**	**2**	**9**

Diagrama de clases



Diseño de casos de prueba

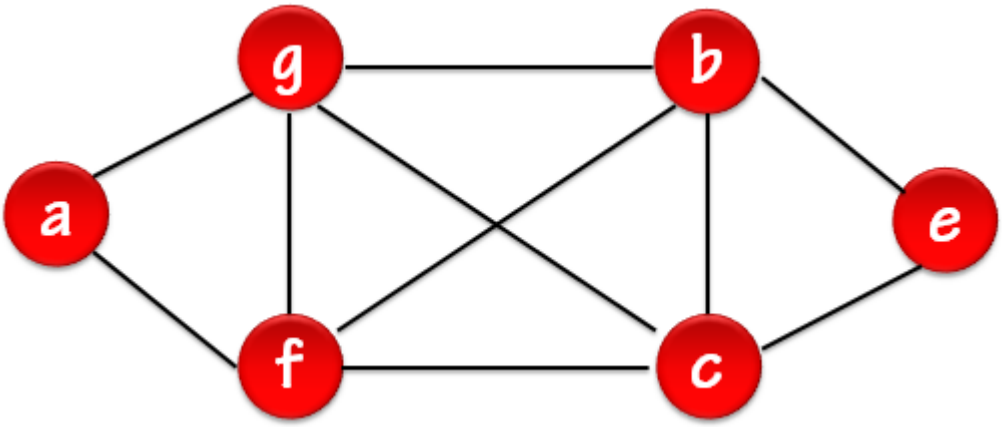
Clase	Método	Escenario	Valores de entrada	Resultado
GraphMatrix	addEdge()	Se crea un objeto tipo GraphMatrix, este tiene 5 vértices y 6 aristas	Edge1 - Edge2 Edge3 - Edge4 Egde5 - Edge6	Se añade las 6 aristas exitosamente
GraphMatrix	addVertex()	Se crea un objeto tipo GraphMatrix, este tiene 5 vértices	Vertex1 - Vertex2 Vertex3 - Vertex4 Vertex5	Se añaden los 5 vértices exitosamente probando que el tamaño de la lista de vértices es 5
GraphMatrix	Bfs()	Se crea un objeto tipo GraphMatrix, este tiene 5 vértices y 6 aristas	Vertex1 - Vertex2 Vertex3 - Vertex4 Vertex5 - Edge1 Edge2 - Edge3 Edge4 - Egde5 Edge6	Guarda exitosamente el camino dependiendo desde el punto de inicio en el arraylist

GraphMatrix	Dfs()	Se crea un objeto tipo GraphMatrix, este tiene 5 vértices y 6 aristas	Vertex1 - Vertex2 Vertex3 - Vertex4 Vertex5 - Edge1 Edge2 - Edge3 Edge4 - Egde5 Edge6	Guarda exitosamente el camino dependiendo desde el punto de inicio en el arraylist
GraphMatrix	floydWarshall()	Se crea un objeto tipo GraphMatrix, este tiene una matriz de 5x5	Matrix con de double de 5x5	Retorna exitosamente la matriz de camino mínimo entre cada vértice
Graph	addNode()	Se crea un objeto tipo Graph, este tiene 4 objetos tipo Nodo	Nodo1 Nodo2 Nodo3 Nodo4	El tamaño del grafo es 4 y se añaden exitosamente los Nodos
Graph	listToMatrix()	Se crea un objeto tipo Graph, este tiene 5 objetos tipo Edge y 4 tipo Nodo	Edge1 – Edge2 Edge3 – Edge4 Edge5 – Nodo1 Nodo2 – Nodo 3 Nodo4	Se guarda la lista de nodos con sus respectivos adyacentes en la matriz exitosamente
Graph	prim()	Se crea un objeto tipo Graph, este tiene 5 objetos tipo Edge y 4 tipo Nodo	Edge1 – Edge2 Edge3 – Edge4 Edge5 – Nodo1 Nodo2 – Nodo 3 Nodo4	Sin funcionalidad
Graph	floydWarshall()	Se crea un objeto tipo Graph	Matrix con de double de 5x5	Retorna exitosamente la matriz de camino mínimo entre cada Nodo
Graph	Dfs()	Se crea un objeto tipo Graph, este tiene 6 objetos tipo Edge y 5 tipo Nodo	Edge1 – Edge2 Edge3 – Edge4 Edge5 – Edge6 Nodo1 - Nodo2 Nodo3 - Nodo4 Nodo5	Guarda exitosamente el camino de Nodos dependiendo desde el punto de inicio en el arraylist
Graph	Bfs()	Se crea un objeto tipo Graph, este tiene 6 objetos tipo Edge y 5 tipo Nodo	Edge1 – Edge2 Edge3 – Edge4 Edge5 – Edge6 Nodo1 - Nodo2 Nodo3 - Nodo4 Nodo5	Guarda exitosamente el camino de nodos dependiendo desde el punto de inicio en el arraylist
Nodo	addEdge()	Se crea un objeto tipo Nodo, este tiene 5 objetos tipo Edge	Edge1 – Edge2 Edge3 – Edge4 Edge5	Añade las 5 aristas exitosamente
Nodo	getAdjacent()	Se crea un objeto tipo Nodo, este tiene 5 objetos tipo Edge	Edge1 – Edge2 Edge3 – Edge4 Edge5	Añade exitosamente los adyacentes a cada Nodo y se verifican con su valor

TrainStationNetwork	loadStation()	Se crea un objeto tipo TrainStationNetwork	Ninguna	Se verifica exitosamente que si carga las estaciones en la lista
TrainStationNetwork	floyToTest()	Se crea un objeto tipo TrainStationNetwork, esta contiene una matriz de tipo double	Una matriz de tipo double tamaño 3x3	Retorna exitosamente el texto guardado al esperado

TAD GRAFO

Nombre: Grafo
Representación Gráfica:



Invariante:

- Un grafo G es un conjunto en el que hay definida una relación binaria,es decir, G=(V,A) tal que V es un conjunto de objetos a los que denominaremos vértices o nodos y A Í V x V es una relación binaria a cuyos elementos denominaremos arcos o aristas.
- Tiene por lo menos una arista
- Pueden haber múltiples aristas entre los vértices

Operaciones:

• **AgregarVertice**	**Vertice x Dato x Peso**	**Grafo**
• **EliminarVertice**	**Vertice**	**Grafo**
• **BuscarVertice**	**Dato**	**Vertice**
• **InsertarDFS**	**Vertice**	**Arbol de Vertice**
• **InsertarBFS**	**Vertice**	**Arbol de Vertice**
• **Dijkstra**	**Vertice**	**Arreglo**
• **Floyd-Warshall**	**Matriz de adyacencia**	**Matriz de Ad.**
• **Prim**	**Vertice**	**Matriz de Ad.**
• **Krustal**	**Vertice**	**Matriz de Ad.**