

PIA

Algoritmos no informado, informado y heurístico
para encontrar la ruta más corta

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Docente: Juan Pablo Rosas Baldazo

Grupo: 32

Alumno: Luis Javier Olivares Lara

Matricula: 1803042

14 de mayo del 2022

Contenido

SECCION 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO INICIAL Y DEL ESTADO FINAL

POSIBLES ACCIONES QUE SE PUEDEN HACER PARA RESOLVER EL PROBLEMA

AMBIENTE DEL PROBLEMA

FUNCIÓN DE COSTO

APLICACIÓN EN LA VIDA REAL

SECCION 2. DESCRICION DE METODOS DE SOLUCION

BUSQUEDA POR ANCHURA (BPA)

BÚSQUEDA VORAZ PRIMERO EL MEJOR (BVPM)

RECOCIDO SIMULADO (RS)

SECCION 3. EXPERIMENTACION

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTANCIAS

COMO SE CONSTRUYE UNA INSTANCIA

INSTANCIAS USADAS PARA ESTA EXPERIMENTACIÓN

QUE SE ESPERA DEL EXPERIMENTO

HIPÓTESIS

SECCION 4. TABLAS Y GRAFICAS

PROMEDIOS DEL ALGORITMO BÚSQUEDA VORAZ PRIMERO EL MEJOR (BVPM)

PROMEDIOS DEL ALGORITMO BÚSQUEDA PRIMERO EN AMPLITUD (BPA)

PROMEDIOS DEL ALGORITMO RECOCIDO SIMULADO (RS)

INSTANCIAS

SECCION 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

RESULTADOS ALGORITMO BVPM

RESULTADOS ALGORITMO BPA

RESULTADOS ALGORITMO RS

CONCLUSIONES SOBRE LAS INSTANCIAS

RESULTADOS ENTRE ALGORITMOS

CONCLUSIONES SOBRE LOS ALGORITMOS

JUSTIFICACIÓN SOBRE LOS RESULTADOS DEL ALGORITMO RS

CODIGO

SECCION 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema es encontrar la ruta más corta en un grafo.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO INICIAL Y DEL ESTADO FINAL

El estado inicial y final es representado por la imagen 1 y 2, el nodo inicial es el nodo 2 y el nodo final es el nodo 5.

ESTADO INICIAL

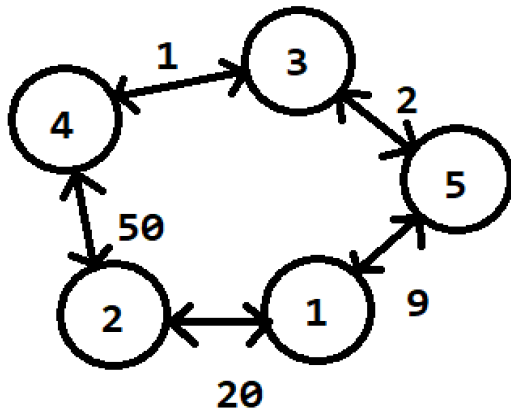


Imagen 1

ESTADO FINAL

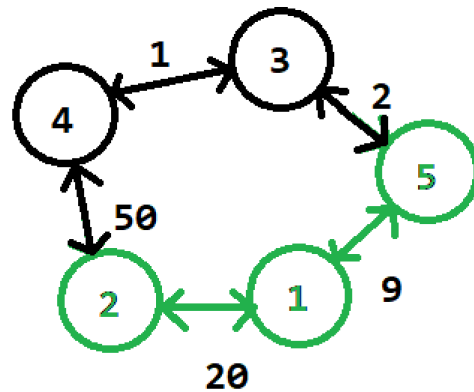


Imagen 2

Como entrada a todos los algoritmos usan un diccionario, el grafo generado es una lista de adyacencia que se guarda en un documento de texto que posteriormente se introduce a un diccionario.

```
{'1': ['5', '2'],  
 '2': ['4', '1', '3', '5'],  
 '3': ['2', '5', '4'],  
 '4': ['3', '2'],  
 '5': ['2', '1', '3'],  
 'Distancias.1': [5, 17],  
 'Distancias.2': [25, 17, 22, 20],  
 'Distancias.3': [22, 21, 3],  
 'Distancias.4': [3, 25],  
 'Distancias.5': [20, 5, 21]}
```

Imagen 3. Un grafo con 5 nodos en un diccionario.

```
PIA_IA > inst_Grafos.txt
1  ['5', '2']
2  [5, 17]
3  ['4', '1', '3', '5']
4  [25, 17, 22, 20]
5  ['2', '5', '4']
6  [22, 21, 3]
7  ['3', '2']
8  [3, 25]
9  ['2', '1', '3']
10 [20, 5, 21]
11
```

Imagen 4. El grafo se guarda en un documento de texto a manera de listas de adyacencia, para después ser leído e insertado en un diccionario.

Como resultado, los algoritmos regresan una lista ordenada con los nodos a recorrer, con la distancia total, y para propósitos del PIA nos regresa el tiempo de cómputo.

POSIBLES ACCIONES QUE SE PUEDEN HACER PARA RESOLVER EL PROBLEMA

Permitidas

- Poder moverte de nodo a un nodo adyacente.

Prohibidas

- Moverse a un nodo que no es adyacente al nodo actual (teletransportarse)
- Visitar un nodo ya recorrido
- Hacer recorridos en bucle

AMBIENTE DEL PROBLEMA

El grafo es conexo, no dirigido y con costos, el grafo este hecho para que se pueda llegar a cada nodo desde cualquier nodo, se logra agregando el nodo actual a todos sus nodos adyacentes, esto es una actualización del código generador de grafos que se usó en la actividad 4.

Por ejemplo, si se le pide un grafo donde solo estén conectados a un nodo, ANTES se generaban grafos donde algunas rutas eran imposibles (en la imagen 1 no se puede ir del nodo 4 al nodo 1) AHORA todos los nodos están conectados de ida y vuelta (en la imagen 2 la ruta del nodo 4 al nodo 1 es posible)

Antes de la actualización

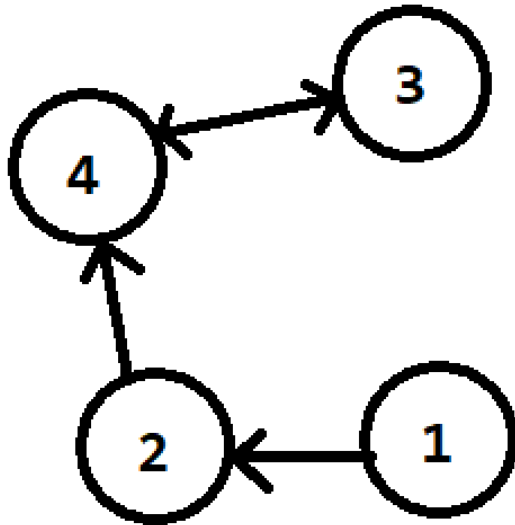


Imagen 5

Después de la actualización

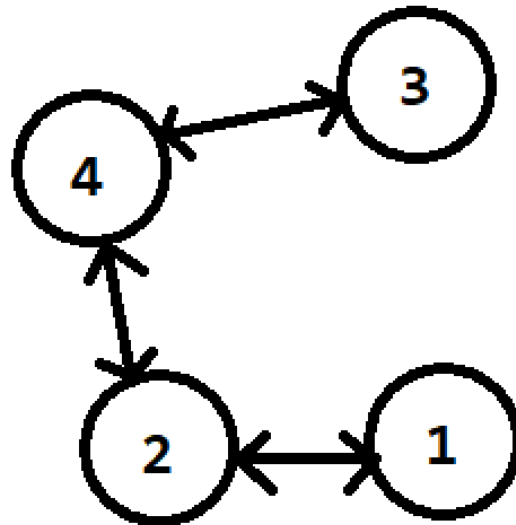


Imagen 6

Nota: en las imágenes de grafos siguientes las líneas que unen a los nodos no tendrán flecha, eso para indicar que cada arista es de ida y vuelta, eso es lo que hacer la actualización

FUNCIÓN DE COSTO

La función de costo esta dada por un rango aleatorio entre mínimo 2 y máximo 30.

APLICACIÓN EN LA VIDA REAL

Encontrar la ruta más corta en una ciudad es necesario para ahorrar tiempo y recursos como gasolina y electricidad, Esto se aplica en sistemas de GPS.

SECCION 2. DESCRICION DE METODOS DE SOLUCION

Para solucionar el problema usare 3 algoritmos:

1. Búsqueda por anchura (no informada)
2. Búsqueda voraz primero el mejor (informada)
3. Recocido simulado (meta-heurística)

4. Mejorar Los pseudocodigos a algo que se entienda mejor

BUSQUEDA POR ANCHURA (BPA)

La búsqueda primero en anchura es una estrategia sencilla en la que se expande primero el nodo raíz, a continuación, se expanden todos los sucesores del nodo raíz, después sus sucesores, etc. En general, se expanden todos los nodos a una profundidad en el árbol de búsqueda antes de expandir cualquier nodo del próximo nivel.

PSEUDOCODIGO

Mientras no encuentre al nodo final, visito los hijos del nodo inicial, al terminar visito los hijos del primer hijo del nodo inicial, al terminar visito los hijos del segundo hijo del nodo inicial, así sucesivamente hasta encontrar al nodo final.

BÚSQUEDA VORAZ PRIMERO EL MEJOR (BVPM)

Trata de expandir el nodo más cercano al objetivo, alegando que a lo mejor conduzca rápidamente a una solución. Así, evalúa los nodos utilizando solamente la función heurística: $f(n)=h(n)$.

PSEUDOCODIGO

Mientras no encuentre al nodo final, visito los hijos del nodo inicial, el nodo actual será el que tenga una menor distancia, ahora visito los hijos del nodo actual, así hasta que encuentre el nodo final .

RECOCIDO SIMULADO (RS)

Simulated annealing (SA), también llamado recocido simulado, cristalización simulada o enfriamiento simulado, es un algoritmo de búsqueda metaheurística para problemas de optimización global; el objetivo general de este tipo de algoritmos es encontrar una buena aproximación al valor óptimo de una función en un espacio de búsqueda grande. Dicho "óptimo

global" corresponde a la solución del problema de interés para el que no existe un mejor valor. En el caso de que tal problema sea de minimización, el óptimo global será aquél para el cual la función objetivo tenga el más pequeño posible de todos los de su ([espacio de de búsqueda])). Por el contrario, para un problema de maximización, el óptimo global es aquél con el valor más alto posible.

PSEUDOCODIGO

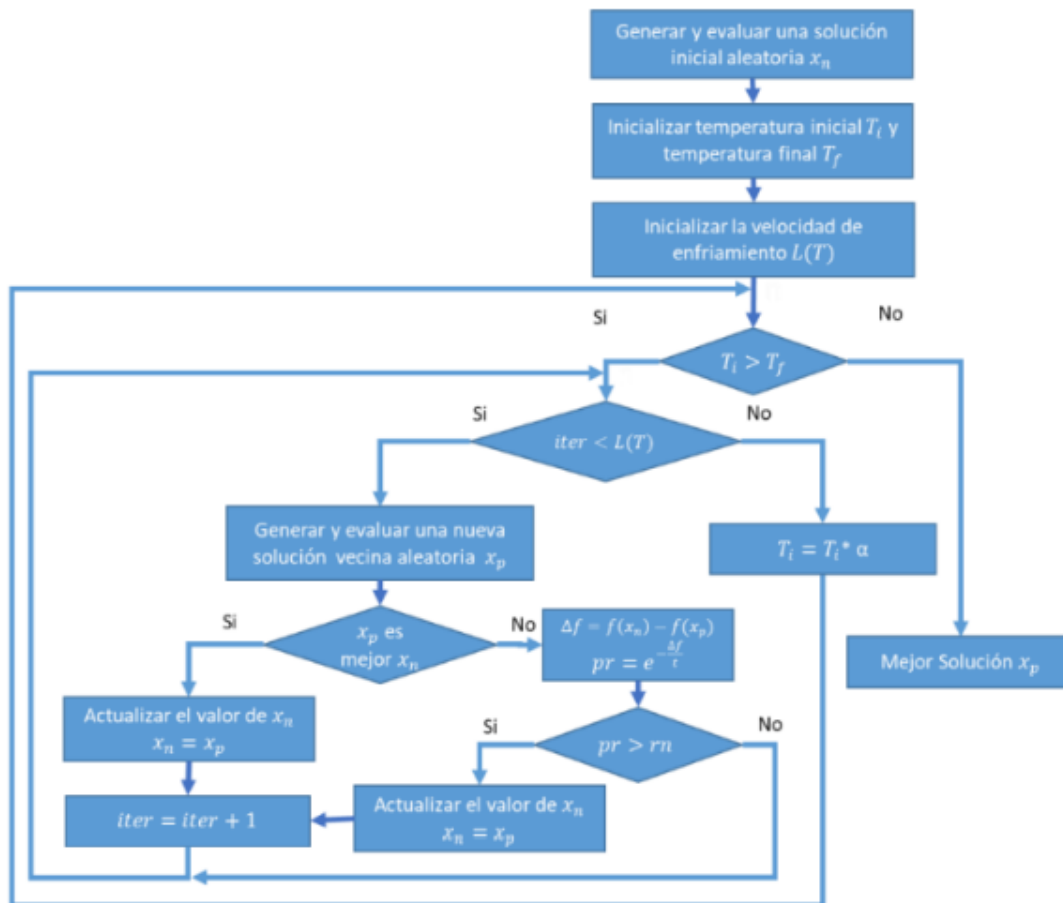


Imagen 7

SECCION 3. EXPERIMENTACION

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTANCIAS

Habr  2 tipos de instancias diferentes, cada tipo tendrá 10 instancias distintas generadas por el código creador de grafos lo cual hace que cada instancia (sin importar el tipo) sea  nica.

Las instancias de tipo 1 tendrán como característica la variación de la cantidad de nodos adyacentes por nodo y la cantidad de nodos será fija para todas las 10 instancias generadas, la cantidad de nodos será de 500 (una estimación pensada debido a que en la actividad anterior con 100 nodos lo resolvía demasiado rápido).

Ejemplo de instancias de tipo 1

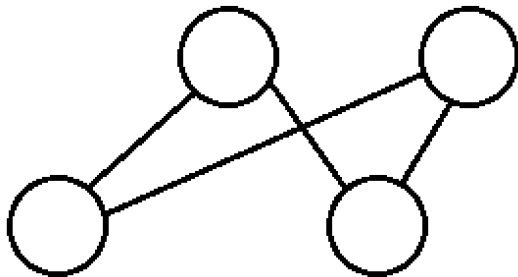


Imagen 8. Grafo con 2 nodos adyacentes por cada nodo

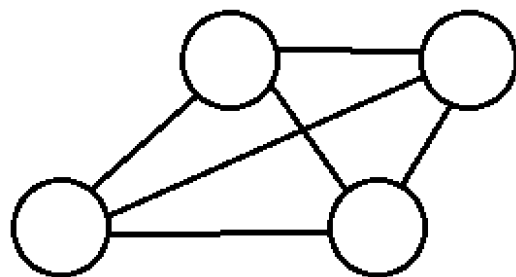


Imagen 9. Grafo con 3 nodos adyacentes por cada nodo

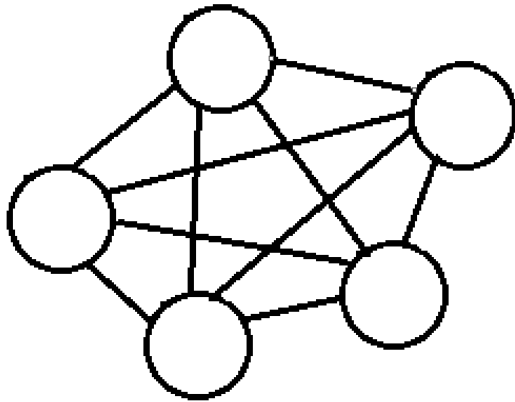


Imagen 10. Grafo con 4 nodos adyacentes por cada nodo

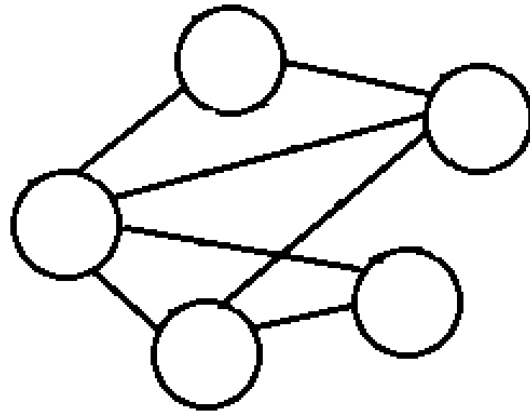


Imagen 11. Grafo con rango de nodos adyacentes para cada nodo máximo 4 mínimo 2 (no se usaron este tipo de grafos)

NOTA: La cantidad de nodos que se muestra es para ejemplificar, las instancias de prueba tendrán 500 nodos.

Las instancias de tipo 2 tendrán como característica la variación en la cantidad de nodos, este tipo se dividirá en 2 subgrupos, el primer subgrupo tendrá el 5 % de nodos adyacentes de la cantidad de nodos del grafo, por ejemplo en un grafo de 100 nodos, cada nodo de ese grafo tendrá 5 nodo adyacentes, en el caso del grafo con 1000 nodos cada nodo tendrá 50, el segundo subgrupo tendrá una cantidad fija de nodos adyacentes sin importar la cantidad de nodos del grafo, la cantidad fija será de 35, ejemplo un grafo de 100 nodos tendrá para cada nodo 35 nodos adyacentes, en un grafo de 1000 cada nodo tendrá 35 nodos adyacentes.

Ejemplos de instancias de tipo 2

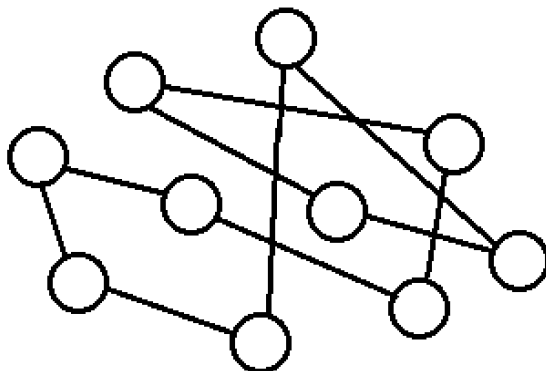


Imagen 12. Grafo con 10 nodos, cada nodo con 2 nodos adyacentes (20%), este grafo es del subtipo 1

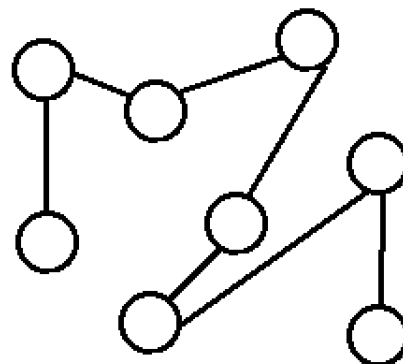


Imagen 13. Grafo con 8 nodos, cada nodo con 2 nodos adyacentes, si fuera un grafo de 12 nodos la cantidad de nodos adyacentes sería la misma, este grafo es del subtipo 2

NOTA: Los porcentajes y numero de Las imágenes 12 y 13 son con fines ilustrativos ya que Los grafos con números y porcentajes reales serían muy difíciles de dibujar

COMO SE CONSTRUYE UNA INSTANCIA

A continuación se describe de manera breve como se construye un grafo con el código generador de grafos.

La función generadora necesita de 4 parámetros iniciales

```
def inst_ruta_mas_corta(cantidadNodos,conCosto,conDistancia,esConexo):
```

- 1) CantidadNodos: numero de nodos que tendrá el grafo
- 2) conCosto: booleano, su valor habilita si el grafo tendrá costo entre la conexión de los nodos
- 3) conDistancia: booleano, su valor habilita si el grafo tendrá distancia entre la conexión de los nodos
- 4) esConexo: booleano, habilita si el grafo puede tener nodos sin salida o no

Ningún parámetro anterior excluye al otro, el único indispensable es cantidadNodos debe tener un valor mayor a 2.

Para este trabajo, todas las instancias tendrán:

- 1) CantidadNodos mayor a 2
- 2) conCosto igual a falso
- 3) ConDistancia igual a verdadero
- 4) esConexo igual a verdadero

Lo que hace el código es crear los nodos que pedimos, empezando por el nodo 1, apunta a X cantidad de nodos, al hacerlo genera el valor de la distancia, una vez todos los nodos apuntaron a algún nodo, se valida que todos los caminos tengan ida y vuelta, si un camino esta incompleto se modifica para que este correcto.

INSTANCIAS USADAS PARA ESTA EXPERIMENTACIÓN

Las instancias de tipo 1 tendrán 500 nodos

Ruta para buscar en las instancias de tipo 1 es:

- Ruta nodo 100 al nodo 400

Las instancias de tipo 2, subtipo 1 y 2 tendrán 200,400,600,800 y 1000 nodos

Rutas para buscar en las instancias de tipo 2 son:

- Instancias 200n10a (5%) y 200n20a (f) se buscará la ruta del nodo 50 a 150

- Instancias 400n20a (5%) y 400n20a (f) se buscará ruta del nodo 50 a 350
- Instancias 600n30a (5%) y 600n20a (f) se buscará la ruta del nodo 50 a 550
- Instancias 800n40a (5%) y 800n20a (f) se buscará la ruta del nodo 50 a 750
- Instancias 1000n50a (5%) y 1000n20a (f) se buscará la ruta del nodo 50 a 950

QUE SE ESPERA DEL EXPERIMENTO

Lo que se espera observar en la experimentación es si afecta el tiempo de cómputo los siguientes parámetros del grafo:

- El número de nodos que tiene el grafo
- El número de nodos adyacentes por nodo

HIPÓTESIS

Creo que el numero de nodos adyacentes por nodo si afectara al tiempo de cómputo elevándolo, el algoritmo que más sufrirá este efecto en primer lugar es el recocido y en segundo el de búsqueda por anchura.

La cantidad de nodos no considero que afecte mucho en el tiempo de cómputo a ningún algoritmo, lo que considero que variaría seria la respuesta mas optima dada por el algoritmo de recocido porque a mayor numero de nodos puede que los mínimos locales sean muchos y dependiendo de la temperatura no le daría el tiempo a salir de muchos de ellos.

SECCION 4. TABLAS Y GRAFICAS

Tablas probando las instancias de tipo 1

| Numero de prueba | Algoritmo | Instancia | TIEMPO | SOLUCION | NUMERO DE NODOS |
|------------------|-----------|-----------|-----------------------|----------|-----------------|
| 0 | BVPM | 500n20a | 0.0 | 19 | 6 |
| 1 | BVPM | 500n20a | 0.0 | 19 | 6 |
| 2 | BVPM | 500n20a | 0.0 | 19 | 6 |
| 3 | BVPM | 500n20a | 0.0 | 19 | 6 |
| 4 | BVPM | 500n20a | 0.0 | 19 | 6 |
| 5 | BPA | 500n20a | 0.022507190704345703 | 39 | 3 |
| 6 | BPA | 500n20a | 0.01600170135498047 | 39 | 3 |
| 7 | BPA | 500n20a | 0.017000675201416016 | 39 | 3 |
| 8 | BPA | 500n20a | 0.016001224517822266 | 39 | 3 |
| 9 | BPA | 500n20a | 0.018001079559326172 | 39 | 3 |
| 10 | RS | 500n20a | 59.158467292785645 | 96 | 11 |
| 11 | RS | 500n20a | 73.29352951049805 | 23 | 4 |
| 12 | RS | 500n20a | 68.99218130111694 | 332 | 22 |
| 13 | RS | 500n20a | 62.68930768966675 | 46 | 4 |
| 14 | RS | 500n20a | 76.75280618667603 | 110 | 10 |
| 15 | BVPM | 500n40a | 0.0 | 13 | 5 |
| 16 | BVPM | 500n40a | 0.0 | 13 | 5 |
| 17 | BVPM | 500n40a | 0.0 | 13 | 5 |
| 18 | BVPM | 500n40a | 0.0 | 13 | 5 |
| 19 | BVPM | 500n40a | 0.0 | 13 | 5 |
| 20 | BPA | 500n40a | 0.011392831802368164 | 21 | 3 |
| 21 | BPA | 500n40a | 0.004002809524536133 | 21 | 3 |
| 22 | BPA | 500n40a | 0.0029964447021484375 | 21 | 3 |
| 23 | BPA | 500n40a | 0.004000425338745117 | 21 | 3 |
| 24 | BPA | 500n40a | 0.003000497817993164 | 21 | 3 |
| 25 | RS | 500n40a | 140.9135308265686 | 175 | 12 |
| 26 | RS | 500n40a | 121.96988320350647 | 21 | 3 |
| 27 | RS | 500n40a | 130.30301785469055 | 88 | 6 |
| 28 | RS | 500n40a | 112.97937798500061 | 64 | 5 |
| 29 | RS | 500n40a | 107.71954941749573 | 126 | 10 |
| 30 | BVPM | 500n60a | 0.0 | 19 | 2 |
| 31 | BVPM | 500n60a | 0.0 | 19 | 2 |
| 32 | BVPM | 500n60a | 0.0 | 19 | 2 |
| 33 | BVPM | 500n60a | 0.0 | 19 | 2 |
| 34 | BVPM | 500n60a | 0.00 | 19 | 2 |
| 35 | BPA | 500n60a | 0.0019996166229248047 | 19 | 2 |
| 36 | BPA | 500n60a | 0.0019991397857666016 | 19 | 2 |
| 37 | BPA | 500n60a | 0.0010001659393310547 | 19 | 2 |
| 38 | BPA | 500n60a | 0.0010006427764892578 | 19 | 2 |
| 39 | BPA | 500n60a | 0.0009996891021728516 | 19 | 2 |
| 40 | RS | 500n60a | 197.9529263973236 | 19 | 2 |
| 41 | RS | 500n60a | 179.6658902168274 | 19 | 2 |

| | | | | | |
|-----------------|------|----------|----------------------|-----|----|
| 42 | RS | 500n60a | 206.90477800369263 | 19 | 2 |
| 43 | RS | 500n60a | 196.23641729354858 | 41 | 3 |
| 44 ¹ | RS | 500n60a | 181.9148404598236 | 0 | 0 |
| 45 | BVPM | 500n80a | 0.0 | 16 | 4 |
| 46 | BVPM | 500n80a | 0.0 | 16 | 4 |
| 47 | BVPM | 500n80a | 0.0 | 16 | 4 |
| 48 | BVPM | 500n80a | 0.0 | 16 | 4 |
| 49 | BVPM | 500n80a | 0.0 | 16 | 4 |
| 50 | BPA | 500n80a | 0.6626439094543457 | 24 | 3 |
| 51 | BPA | 500n80a | 0.6551616191864014 | 24 | 3 |
| 52 | BPA | 500n80a | 0.6527771949768066 | 24 | 3 |
| 53 | BPA | 500n80a | 0.6690618991851807 | 24 | 3 |
| 54 | BPA | 500n80a | 0.5520691871643066 | 24 | 3 |
| 55 | RS | 500n80a | 231.00981950759888 | 102 | 5 |
| 56 | RS | 500n80a | 248.59121108055115 | 62 | 4 |
| 57 | RS | 500n80a | 247.84243035316467 | 33 | 3 |
| 58 | RS | 500n80a | 245.24169301986694 | 103 | 9 |
| 59 | RS | 500n80a | 273.55981373786926 | 209 | 11 |
| 60 | BVPM | 500n100a | 0.0 | 23 | 3 |
| 61 | BVPM | 500n100a | 0.0 | 23 | 3 |
| 62 | BVPM | 500n100a | 0.0 | 23 | 3 |
| 63 | BVPM | 500n100a | 0.0 | 23 | 3 |
| 64 | BVPM | 500n100a | 0.0 | 23 | 3 |
| 65 | BPA | 500n100a | 0.028771162033081055 | 14 | 3 |
| 66 | BPA | 500n100a | 0.025002241134643555 | 14 | 3 |
| 67 | BPA | 500n100a | 0.027001380920410156 | 14 | 3 |
| 68 | BPA | 500n100a | 0.026002168655395508 | 14 | 3 |
| 69 | BPA | 500n100a | 0.026001691818237305 | 14 | 3 |
| 70 | RS | 500n100a | 349.7299551963806 | 34 | 5 |
| 71 | RS | 500n100a | 269.200475692749 | 80 | 5 |
| 72 | RS | 500n100a | 320.06236839294434 | 42 | 5 |
| 73 | RS | 500n100a | 332.8859086036682 | 103 | 11 |
| 74 | RS | 500n100a | 299.9974319934845 | 54 | 5 |

Tabla 1. Resultados de ejecutar los algoritmos BVPM, BPA y RS cinco veces cada uno en grafos con distinta cantidad de nodos adyacentes.

[1] En la prueba 44 el algoritmo RS no pudo encontrar una solución antes de que se terminara la temperatura, cuando pasa eso devuelve una solución de 0.

Tablas probando las instancias de tipo 2 subtipo 1 (5%)

| Numero de prueba | Algoritmo | Instancia | TIEMPO | SOLUCION | NUMERO DE NODOS |
|------------------|-----------|--------------|--------|----------|-----------------|
| 75 | BVPM | 200n10a (5%) | 0.0 | 26 | 8 |
| 76 | BVPM | 200n10a (5%) | 0.0 | 26 | 8 |
| 77 | BVPM | 200n10a (5%) | 0.0 | 26 | 8 |
| 78 | BVPM | 200n10a (5%) | 0.0 | 26 | 8 |

| | | | | | |
|-----|------|--------------|---------------------|-----|----|
| 79 | BVPM | 200n10a (5%) | 0.0 | 26 | 8 |
| 80 | BPA | 200n10a (5%) | 0.0 | 38 | 3 |
| 81 | BPA | 200n10a (5%) | 0.0 | 38 | 3 |
| 82 | BPA | 200n10a (5%) | 0.0 | 38 | 3 |
| 83 | BPA | 200n10a (5%) | 0.0 | 38 | 3 |
| 84 | BPA | 200n10a (5%) | 0.0 | 38 | 3 |
| 85 | RS | 200n10a (5%) | 5.619655132293701 | 38 | 3 |
| 86 | RS | 200n10a (5%) | 5.797254800796509 | 107 | 10 |
| 87 | RS | 200n10a (5%) | 6.9693522453308105 | 93 | 6 |
| 88 | RS | 200n10a (5%) | 5.141760349273682 | 38 | 3 |
| 89 | RS | 200n10a (5%) | 6.886631965637207 | 103 | 7 |
| 90 | BVPM | 400n20a (5%) | 0.0 | 35 | 12 |
| 91 | BVPM | 400n20a (5%) | 0.00100302696228027 | 35 | 12 |
| 92 | BVPM | 400n20a (5%) | 0.0 | 35 | 12 |
| 93 | BVPM | 400n20a (5%) | 0.00099730491638184 | 35 | 12 |
| 94 | BVPM | 400n20a (5%) | 0.0 | 35 | 12 |
| 95 | BPA | 400n20a (5%) | 0.01574230194091797 | 34 | 3 |
| 96 | BPA | 400n20a (5%) | 0.0130023956298828 | 34 | 3 |
| 97 | BPA | 400n20a (5%) | 0.01299929618835449 | 34 | 3 |
| 98 | BPA | 400n20a (5%) | 0.01300215721130371 | 34 | 3 |
| 99 | BPA | 400n20a (5%) | 0.01399993896484375 | 34 | 3 |
| 100 | RS | 400n20a (5%) | 45.95292782783508 | 79 | 6 |
| 101 | RS | 400n20a (5%) | 50.573007583618164 | 80 | 6 |
| 102 | RS | 400n20a (5%) | 46.96527981758118 | 15 | 3 |
| 103 | RS | 400n20a (5%) | 43.59386372566223 | 126 | 12 |
| 104 | RS | 400n20a (5%) | 47.50337266921997 | 115 | 8 |
| 105 | BVPM | 600n30a (5%) | 0.0 | 26 | 9 |
| 106 | BVPM | 600n30a (5%) | 0.0 | 26 | 9 |
| 107 | BVPM | 600n30a (5%) | 0.0 | 26 | 9 |
| 108 | BVPM | 600n30a (5%) | 0.0 | 26 | 9 |
| 109 | BVPM | 600n30a (5%) | 0.0 | 26 | 9 |
| 110 | BPA | 600n30a (5%) | 0.03400230407714844 | 40 | 3 |
| 111 | BPA | 600n30a (5%) | 0.02800321578979492 | 40 | 3 |
| 112 | BPA | 600n30a (5%) | 0.0280010700225831 | 40 | 3 |
| 113 | BPA | 600n30a (5%) | 0.0280034542083740 | 40 | 3 |
| 114 | BPA | 600n30a (5%) | 0.02900218963623047 | 40 | 3 |
| 115 | RS | 600n30a (5%) | 125.29951643943787 | 129 | 11 |
| 116 | RS | 600n30a (5%) | 139.6850323677063 | 144 | 9 |
| 117 | RS | 600n30a (5%) | 135.92392706871033 | 46 | 4 |
| 118 | RS | 600n30a (5%) | 122.81941485404968 | 96 | 6 |
| 119 | RS | 600n30a (5%) | 139.80853271484375 | 95 | 8 |
| 120 | BVPM | 800n40a (5%) | 0.00503563880920410 | 82 | 29 |
| 121 | BVPM | 800n40a (5%) | 0.00339365005493164 | 82 | 29 |
| 122 | BVPM | 800n40a (5%) | 0.00200080871582031 | 82 | 29 |
| 123 | BVPM | 800n40a (5%) | 0.00200176239013671 | 82 | 29 |
| 124 | BVPM | 800n40a (5%) | 0.0019993782043457 | 82 | 29 |
| 125 | BPA | 800n40a (5%) | 0.55419087409997314 | 17 | 3 |
| 126 | BPA | 800n40a (5%) | 0.5065493583679199 | 17 | 3 |

| | | | | | |
|-----|------|---------------|---------------------|-----|----|
| 127 | BPA | 800n40a (5%) | 0.5075399875640869 | 17 | 3 |
| 128 | BPA | 800n40a (5%) | 0.507124662399292 | 17 | 3 |
| 129 | BPA | 800n40a (5%) | 0.5041036605834961 | 17 | 3 |
| 130 | RS | 800n40a (5%) | 350.0950026512146 | 74 | 6 |
| 131 | RS | 800n40a (5%) | 326.58192205429077 | 173 | 14 |
| 132 | RS | 800n40a (5%) | 370.7462887763977 | 270 | 17 |
| 133 | RS | 800n40a (5%) | 335.25698590278625 | 79 | 7 |
| 134 | RS | 800n40a (5%) | 343.7224371433258 | 176 | 12 |
| 135 | BVPM | 1000n50a (5%) | 0.00201964378356933 | 47 | 16 |
| 136 | BVPM | 1000n50a (5%) | 0.00120401382446289 | 47 | 16 |
| 137 | BVPM | 1000n50a (5%) | 0.00099873542785644 | 47 | 16 |
| 138 | BVPM | 1000n50a (5%) | 0.00099563598632812 | 47 | 16 |
| 139 | BVPM | 1000n50a (5%) | 0.00200128555297851 | 47 | 16 |
| 140 | BPA | 1000n50a (5%) | 0.03645658493041992 | 40 | 3 |
| 141 | BPA | 1000n50a (5%) | 0.03300285339355469 | 40 | 3 |
| 142 | BPA | 1000n50a (5%) | 0.03400206565856933 | 40 | 3 |
| 143 | BPA | 1000n50a (5%) | 0.03600668907165527 | 40 | 3 |
| 144 | BPA | 1000n50a (5%) | 0.03299927711486816 | 40 | 3 |
| 145 | RS | 1000n50a (5%) | 714.3437449932098 | 184 | 13 |
| 146 | RS | 1000n50a (5%) | 718.2001826763153 | 63 | 5 |
| 147 | RS | 1000n50a (5%) | 672.9857180118561 | 634 | 37 |
| 148 | RS | 1000n50a (5%) | 720.3598303794861 | 236 | 15 |
| 149 | RS | 1000n50a (5%) | 627.837904214859 | 79 | 7 |

Tabla 2. Resultados de ejecutar Los algoritmos BVPM, BPA y RS cinco veces cada uno en grafos con el mismo porcentaje de nodos adyacentes pero la cantidad de nodos del grafo variando.

Tablas probando las instancias de tipo 2 subtipo 2 (20 adyacentes fijo)

| Numero de prueba | Algoritmo | Instancia | TIEMPO | SOLUCION | NUMERO DE NODOS |
|------------------|-----------|-------------|-------------------|----------|-----------------|
| 150 | BVPM | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 151 | BVPM | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 152 | BVPM | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 153 | BVPM | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 154 | BVPM | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 155 | BPA | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 156 | BPA | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 157 | BPA | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 158 | BPA | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 159 | BPA | 200n20a (f) | 0.0 | 27 | 2 |
| 160 | RS | 200n20a (f) | 8.786673545837402 | 27 | 2 |
| 161 | RS | 200n20a (f) | 8.71998643875122 | 27 | 3 |
| 162 | RS | 200n20a (f) | 9.353179216384888 | 13 | 4 |
| 163 | RS | 200n20a (f) | 8.884111404418945 | 27 | 2 |
| 164 | RS | 200n20a (f) | 8.6339111328125 | 19 | 3 |

| | | | | | |
|------------------|------|--------------|-----------------------|-----|----|
| 165 | BVPM | 400n20a (f) | 0.0 | 16 | 6 |
| 166 | BVPM | 400n20a (f) | 0.0 | 16 | 6 |
| 167 | BVPM | 400n20a (f) | 0.0 | 16 | 6 |
| 168 | BVPM | 400n20a (f) | 0.0 | 16 | 6 |
| 169 | BVPM | 400n20a (f) | 0.0 | 16 | 6 |
| 170 | BPA | 400n20a (f) | 0.1945490837097168 | 49 | 3 |
| 171 | BPA | 400n20a (f) | 0.1870133876800537 | 49 | 3 |
| 172 | BPA | 400n20a (f) | 0.18691778182983398 | 49 | 3 |
| 173 | BPA | 400n20a (f) | 0.22801685333251953 | 49 | 3 |
| 174 | BPA | 400n20a (f) | 0.18601369857788086 | 49 | 3 |
| 175 | RS | 400n20a (f) | 44.418500661849976 | 174 | 11 |
| 176 | RS | 400n20a (f) | 45.25475192070007 | 48 | 6 |
| 177 | RS | 400n20a (f) | 43.74787783622742 | 103 | 8 |
| 178 | RS | 400n20a (f) | 37.200814723968506 | 60 | 5 |
| 179 | RS | 400n20a (f) | 42.528815269470215 | 14 | 3 |
| 180 | BVPM | 600n20a (f) | 0.0 | 36 | 13 |
| 181 | BVPM | 600n20a (f) | 0.0 | 36 | 13 |
| 182 | BVPM | 600n20a (f) | 0.0 | 36 | 13 |
| 183 | BVPM | 600n20a (f) | 0.0 | 36 | 13 |
| 184 | BVPM | 600n20a (f) | 0.0 | 36 | 13 |
| 185 ² | BPA | 600n20a (f) | 0.048596858978271484 | 46 | 3 |
| 186 ² | BPA | 600n20a (f) | 0.04100298881530762 | 46 | 3 |
| 187 ² | BPA | 600n20a (f) | 0.04200267791748047 | 46 | 3 |
| 188 ² | BPA | 600n20a (f) | 0.04100370407104492 | 46 | 3 |
| 189 ² | BPA | 600n20a (f) | 0.042003631591796875 | 46 | 3 |
| 190 | RS | 600n20a (f) | 84.53110122680664 | 76 | 4 |
| 191 | RS | 600n20a (f) | 82.94886755943298 | 101 | 7 |
| 192 | RS | 600n20a (f) | 93.5615382194519 | 300 | 16 |
| 193 | RS | 600n20a (f) | 86.88771653175354 | 88 | 6 |
| 194 | RS | 600n20a (f) | 95.95267939567566 | 127 | 10 |
| 195 | BVPM | 800n20a (f) | 0.0030014514923095703 | 149 | 62 |
| 196 | BVPM | 800n20a (f) | 0.004001140594482422 | 149 | 62 |
| 197 | BVPM | 800n20a (f) | 0.0019981861114501953 | 149 | 62 |
| 198 | BVPM | 800n20a (f) | 0.003000497817993164 | 149 | 62 |
| 199 | BVPM | 800n20a (f) | 0.002000570297241211 | 149 | 62 |
| 200 | BPA | 800n20a (f) | 0.04700207710266113 | 36 | 3 |
| 201 | BPA | 800n20a (f) | 0.04800581932067871 | 36 | 3 |
| 202 | BPA | 800n20a (f) | 0.04500079154968262 | 36 | 3 |
| 203 | BPA | 800n20a (f) | 0.04500412940979004 | 36 | 3 |
| 204 | BPA | 800n20a (f) | 0.0440065860748291 | 36 | 3 |
| 205 | RS | 800n20a (f) | 145.4641797542572 | 140 | 8 |
| 206 | RS | 800n20a (f) | 137.2003619670868 | 115 | 8 |
| 207 | RS | 800n20a (f) | 148.6063141822815 | 205 | 13 |
| 208 | RS | 800n20a (f) | 149.41038918495178 | 36 | 3 |
| 209 | RS | 800n20a (f) | 151.73344087600708 | 60 | 4 |
| 210 | BVPM | 1000n20a (f) | 0.002983570098876953 | 71 | 25 |
| 211 | BVPM | 1000n20a (f) | 0.0009946823120117188 | 71 | 25 |
| 212 | BVPM | 1000n20a (f) | 0.0013706684112548828 | 71 | 25 |

| | | | | | |
|-----|------|--------------|-----------------------|-----|----|
| 213 | BVPM | 1000n20a (f) | 0.001001119613647461 | 71 | 25 |
| 214 | BVPM | 1000n20a (f) | 0.0019996166229248047 | 71 | 25 |
| 215 | BPA | 1000n20a (f) | 0.01299905776977539 | 58 | 3 |
| 216 | BPA | 1000n20a (f) | 0.01200103759765625 | 58 | 3 |
| 217 | BPA | 1000n20a (f) | 0.012003660202026367 | 58 | 3 |
| 218 | BPA | 1000n20a (f) | 0.011998176574707031 | 58 | 3 |
| 219 | BPA | 1000n20a (f) | 0.012001276016235352 | 58 | 3 |
| 220 | RS | 1000n20a (f) | 322.8989541530609 | 665 | 40 |
| 221 | RS | 1000n20a (f) | 303.0197117328644 | 112 | 8 |
| 222 | RS | 1000n20a (f) | 276.03368973731995 | 67 | 4 |
| 223 | RS | 1000n20a (f) | 286.21514201164246 | 398 | 27 |
| 224 | RS | 1000n20a (f) | 285.97946071624756 | 213 | 13 |

Tabla 3. Resultados de ejecutar los algoritmos BVPM, BPA y RS cinco veces cada uno en grafos con la misma cantidad de nodos, pero con la cantidad de nodos del grafo variando.

[2] En las pruebas del número 185 al 189 la ruta a buscar cambio por “nodo inicial 50 al nodo final 151”, al probarlo con la ruta anterior no dio una solución en un tiempo razonable (más de 15 minutos en ejecución sin resultado), decidí cambiar la ruta ya que en pruebas anteriores el tiempo de ejecución no pasaba de 1 segundo

1. Mejorar Los pies de Las tablas dando mas informacion

PROMEDIOS DEL ALGORITMO BÚSQUEDA VORAZ PRIMERO EL MEJOR (BVPM)

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|-----------|--------|----------|-------|
| 500N20A | 0.0 | 19 | 6 |
| 500N40A | 0.0 | 13 | 5 |
| 500N60A | 0.0 | 19 | 2 |
| 500N80A | 0.0 | 16 | 4 |
| 500N100A | 0.0 | 23 | 3 |

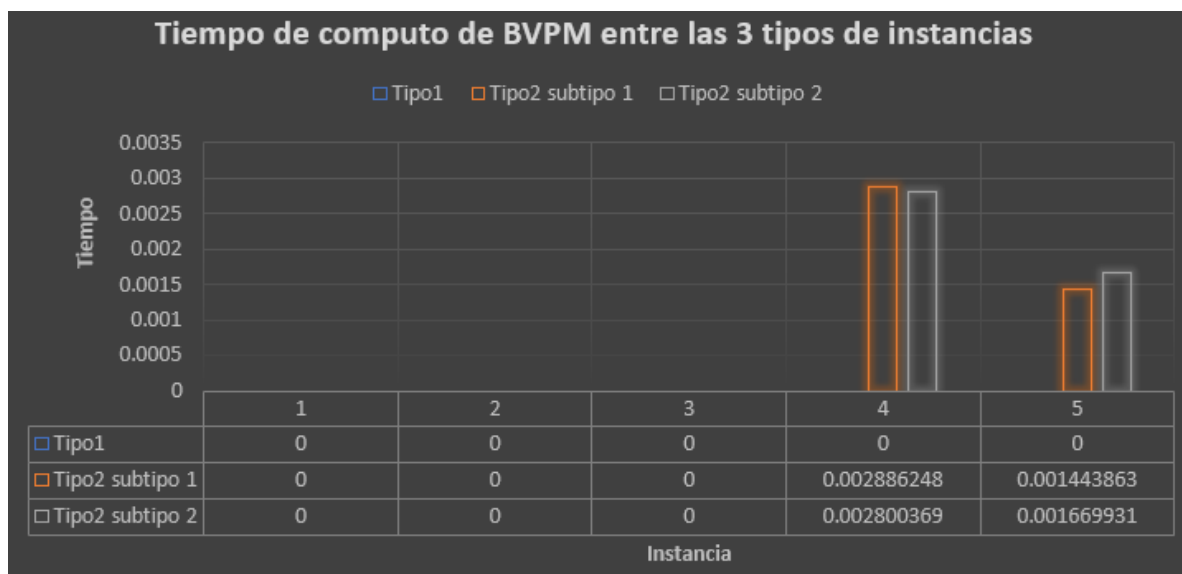
Tabla 4. Resultados promedios del algoritmo BVPM con las instancias de tipo 1 (instancias con cantidad de nodos fijo “500” y cantidad de nodos adyacentes variable “20,40,60,80 y 100 nodos”)

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|---------------|-------------|----------|-------|
| 200N10A (5%) | 0.0 | 26 | 8 |
| 400N20A (5%) | 0.0 | 35 | 12 |
| 600N30A (5%) | 0.0 | 26 | 9 |
| 800N40A (5%) | 0.002886248 | 82 | 29 |
| 1000N50A (5%) | 0.001443863 | 47 | 16 |

Tabla 5. Resultados promedios del algoritmo BVPM con las instancias de tipo 2, subtipo 1 (instancias con cantidad de nodos variable “200,400,600,800 y 1000” con “10,20,30,40,50” de nodos adyacentes respectivamente).

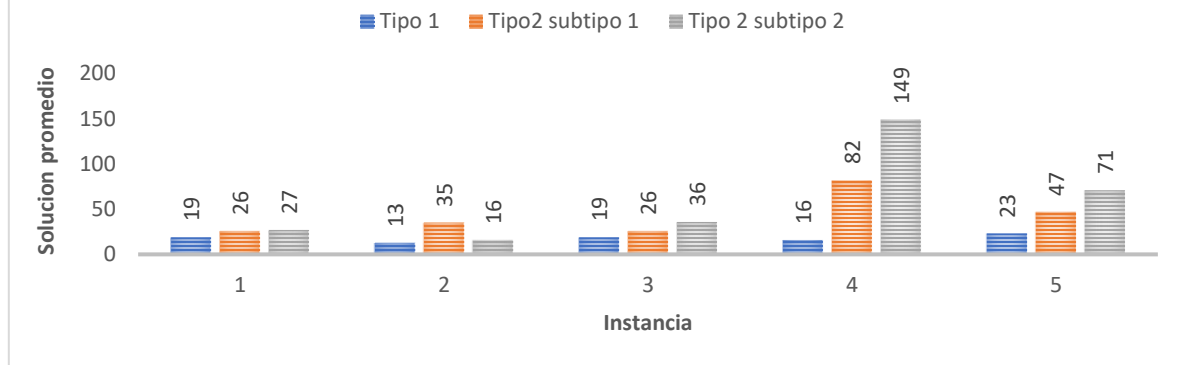
| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|--------------|-------------|----------|-------|
| 200N20A (F) | 0.0 | 27 | 2 |
| 400N20A (F) | 0.0 | 16 | 6 |
| 600N20A (F) | 0.0 | 36 | 13 |
| 800N20A (F) | 0.002800369 | 149 | 62 |
| 1000N20A (F) | 0.001669931 | 71 | 25 |

Tabla 6. Resultados promedios del algoritmo BVPM con las instancias de tipo 2, subtipo 2 (instancias con “200,400,600,800 y 1000” nodos todos con 20 nodos adyacentes).



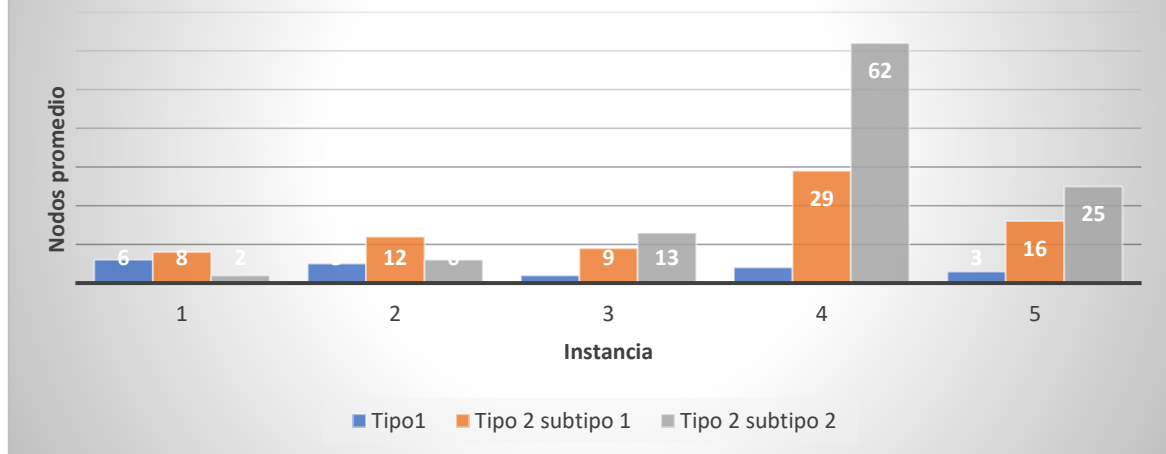
Grafica1. Tiempo promedio de cómputo BVPM al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.

SOLUCIONES DE BVPM ENTRE LAS 3 TIPOS DE INSTANCIAS



Grafica2. Soluciones promedio BVPM al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.

Cantidad de nodos de BVPM entre las 3 tipos de instancias



Grafica3. Nodos promedio BVPM al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.

PROMEDIOS DEL ALGORITMO BÚSQUEDA PRIMERO EN AMPLITUD (BPA)

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|-----------|-------------|----------|-------|
| 500N20A | 0.017902374 | 39 | 3 |
| 500N40A | 0.005078602 | 21 | 3 |
| 500N60A | 0.001399851 | 19 | 2 |
| 500N80A | 0.638342762 | 24 | 3 |
| 500N100A | 0.026555729 | 14 | 3 |

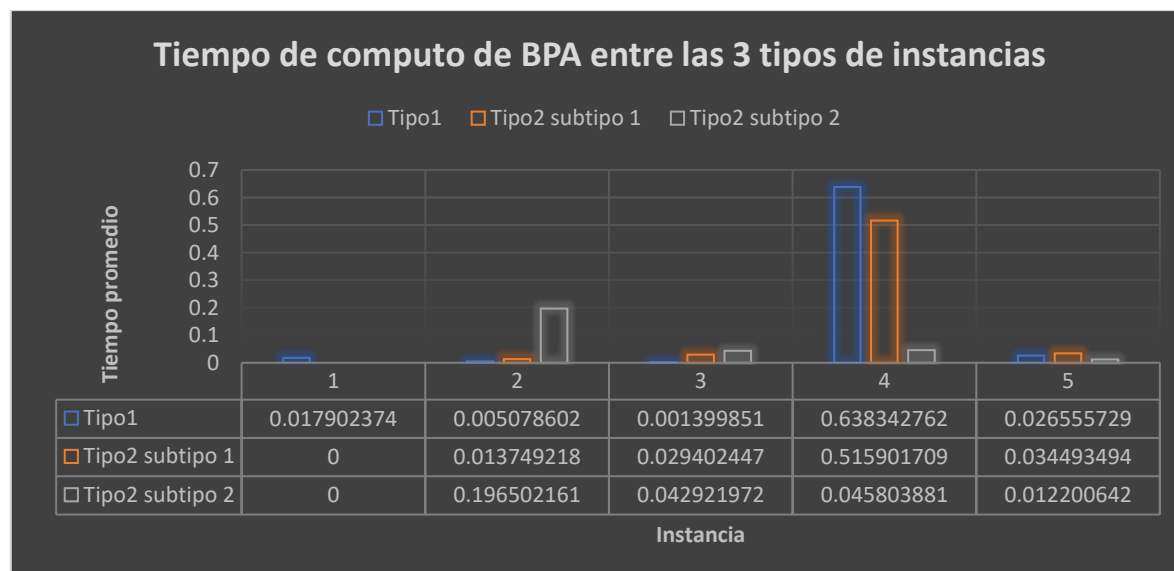
Tabla 7. Resultados promedios del algoritmo BPA con las instancias de tipo 1 (instancias con cantidad de nodos fijo “500” y cantidad de nodos adyacentes variable “20,40,60,80 y 100 nodos”).

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|---------------|-------------|----------|-------|
| 200N10A (5%) | 0.0 | 38 | 3 |
| 400N20A (5%) | 0.013749218 | 34 | 3 |
| 600N30A (5%) | 0.029402447 | 40 | 3 |
| 800N40A (5%) | 0.515901709 | 17 | 3 |
| 1000N50A (5%) | 0.034493494 | 40 | 3 |

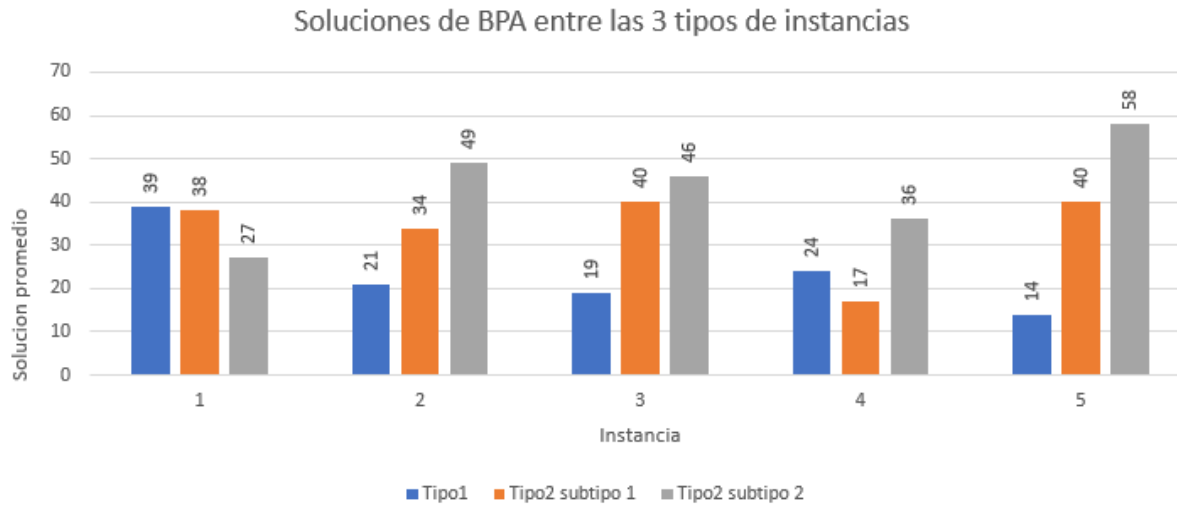
Tabla 8. Resultados promedios del algoritmo BPA con las instancias de tipo 2, subtipo 1 (instancias con cantidad de nodos variable “200,400,600,800 y 1000” con “10,20,30,40,50” de nodos adyacentes respectivamente).

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|--------------|-------------|----------|-------|
| 200N20A (F) | 0.0 | 27 | 2 |
| 400N20A (F) | 0.196502161 | 49 | 3 |
| 600N20A (F) | 0.042921972 | 46 | 3 |
| 800N20A (F) | 0.045803881 | 36 | 3 |
| 1000N20A (F) | 0.012200642 | 58 | 3 |

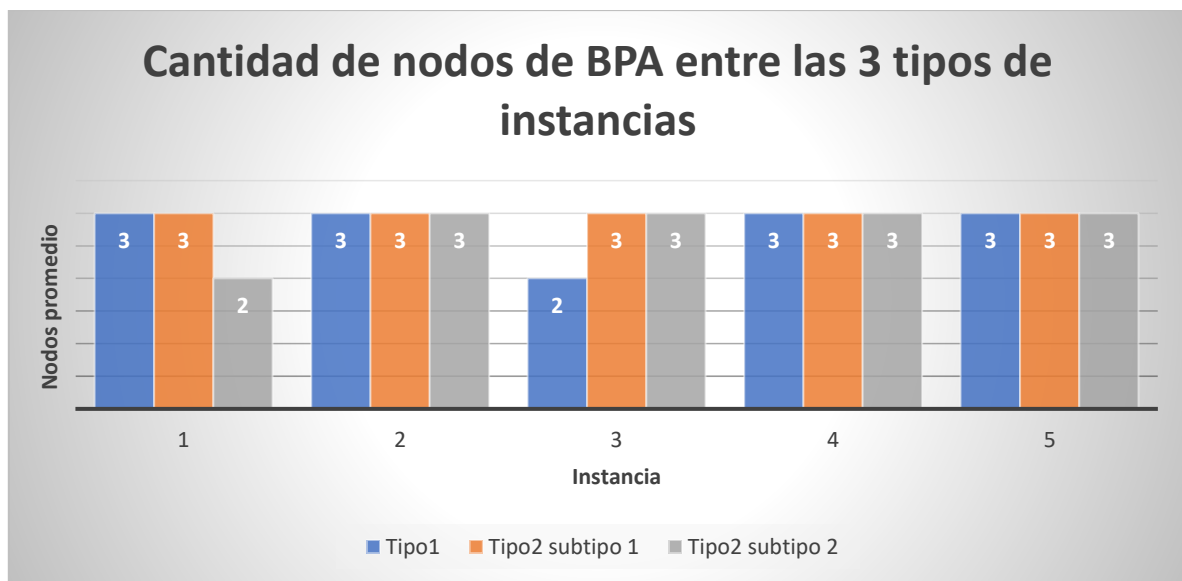
Tabla 9. Resultados promedios del algoritmo BPA con las instancias de tipo 2, subtipo 2 (instancias con “200,400,600,800 y 1000” nodos todos con 20 nodos adyacentes).



Grafica4. Tiempo promedio de cómputo BPA al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.



Grafica5. Soluciones promedio BPA al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.



Grafica6. Nodos promedio BPA al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.

PROMEDIOS DEL ALGORITMO RECOCIDO SIMULADO (RS)

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|-----------|-------------|----------|-------|
| 500N20A | 68.1772584 | 121.4 | 10.2 |
| 500N40A | 122.7770719 | 94.8 | 7.2 |
| 500N60A | 195.190003 | 24.5 | 2.25 |
| 500N80A | 249.2489935 | 101.8 | 6.4 |
| 500N100A | 314.375228 | 62.6 | 6.2 |

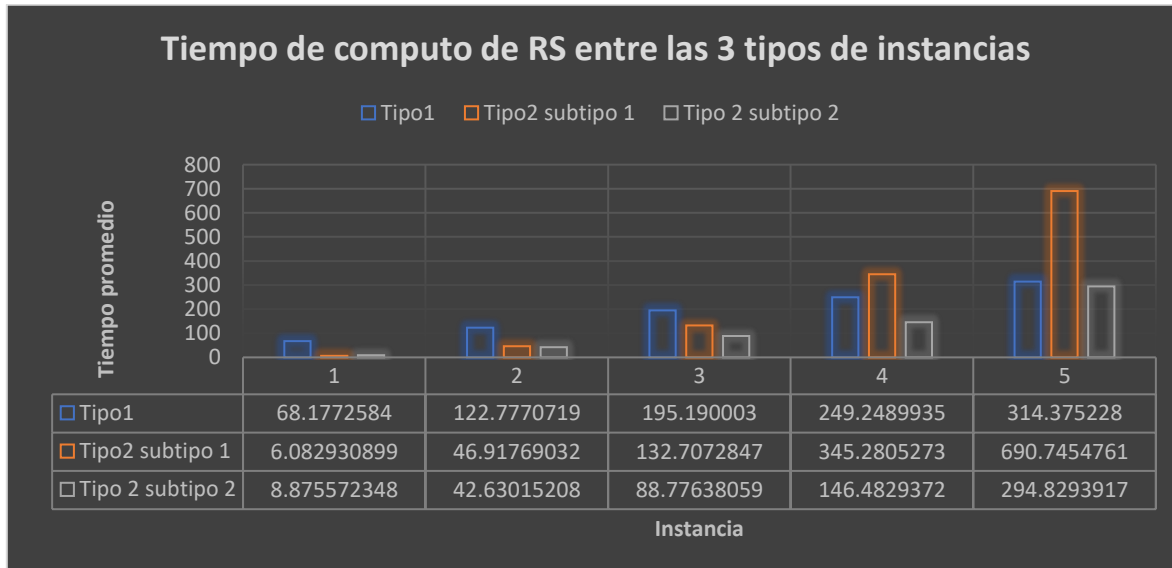
Tabla 10. Resultados promedios del algoritmo RS con las instancias de tipo 1 (instancias con cantidad de nodos fijo "500" y cantidad de nodos adyacentes variable "20,40,60,80 y 100 nodos").

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|---------------|-------------|----------|-------|
| 200N10A (5%) | 6.082930899 | 75.8 | 5.8 |
| 400N20A (5%) | 46.91769032 | 83 | 7 |
| 600N30A (5%) | 132.7072847 | 102 | 7.6 |
| 800N40A (5%) | 345.2805273 | 154.4 | 11.2 |
| 1000N50A (5%) | 690.7454761 | 239.2 | 15.4 |

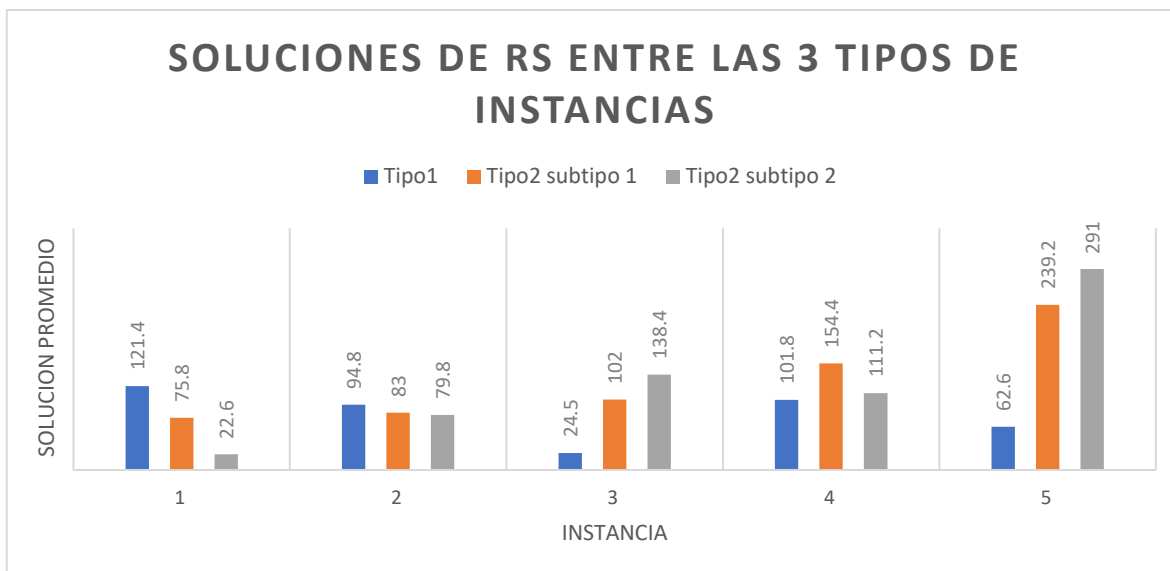
Tabla 11. Resultados promedios del algoritmo RS con las instancias de tipo 2, subtipo 1 (instancias con cantidad de nodos variable “200,400,600,800 y 1000” con “10,20,30,40,50” de nodos adyacentes respectivamente).

| INSTANCIA | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|--------------|-------------|----------|-------|
| 200N20A (F) | 8.875572348 | 22.6 | 2.8 |
| 400N20A (F) | 42.63015208 | 79.8 | 6.6 |
| 600N20A (F) | 88.77638059 | 138.4 | 8.6 |
| 800N20A (F) | 146.4829372 | 111.2 | 7.2 |
| 1000N20A (F) | 294.8293917 | 291 | 18.4 |

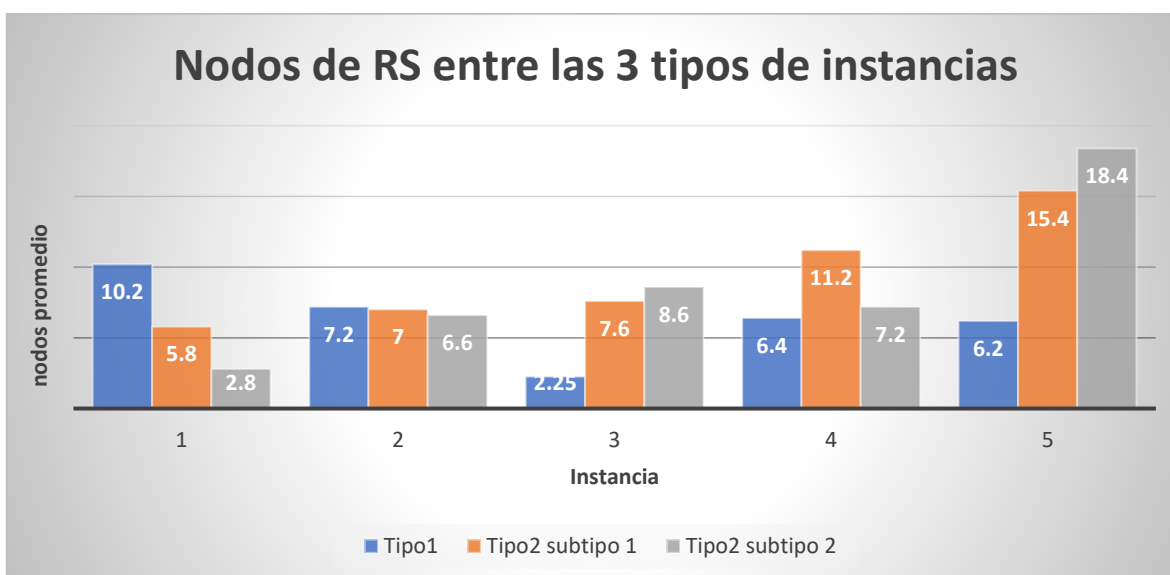
Tabla 12. Resultados promedios del algoritmo RS con las instancias de tipo 2, subtipo 2 (instancias con “200,400,600,800 y 1000” nodos todos con 20 nodos adyacentes).



Grafica7. Tiempo promedio de cómputo RS al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.



Grafica8. Soluciones promedio RS al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.



Grafica9. Nodos promedio RS al probar las instancias de tipo 1 y 2 de ambos subtipos.

INSTANCIAS

Tablas y graficas del generador de instancias

| Numero de nodos | Cantidad de adyacentes | Tiempo de cómputo | Peso del archivo de texto generado |
|-----------------|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 200 | 20 | 0.540513277053833 | 77 KB |
| 400 | 20 | 2.133101463317871 | 161 KB |
| 600 | 20 | 4.887146949768066 | 246 KB |

| | | | |
|------|----|-------------------|--------|
| 800 | 20 | 9.067593812942505 | 331 KB |
| 1000 | 20 | 14.64565134048462 | 415 KB |

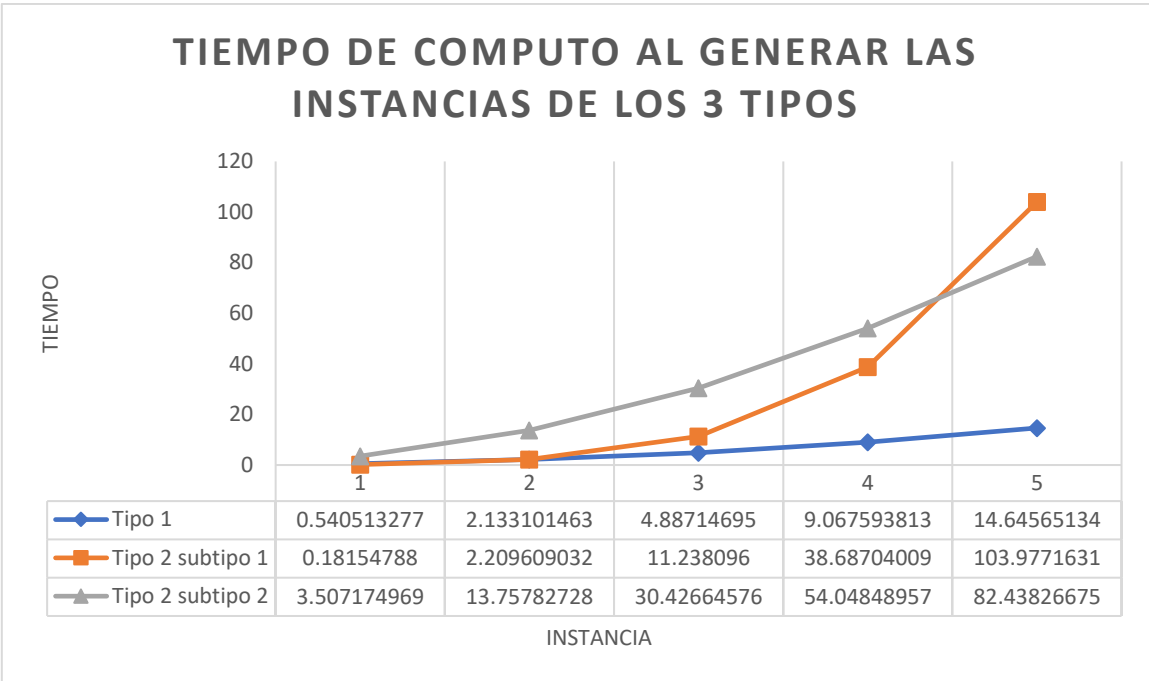
Grafica 13. Tiempo (en segundos) que tarda en generar las instancias con 20 nodos adyacentes (tipo 1).

| Numero de nodos | Cantidad de adyacentes (5%) | Tiempo de cómputo | Peso del archivo de texto generado |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------|---|
| 200 | 10 | 0.1815478801727295 | 40 KB |
| 400 | 20 | 2.209609031677246 | 161 KB |
| 600 | 30 | 11.238095998764038 | 365 KB |
| 800 | 40 | 38.68704009056091 | 650 KB |
| 1000 | 50 | 103.97716307640076 | 1016 KB |

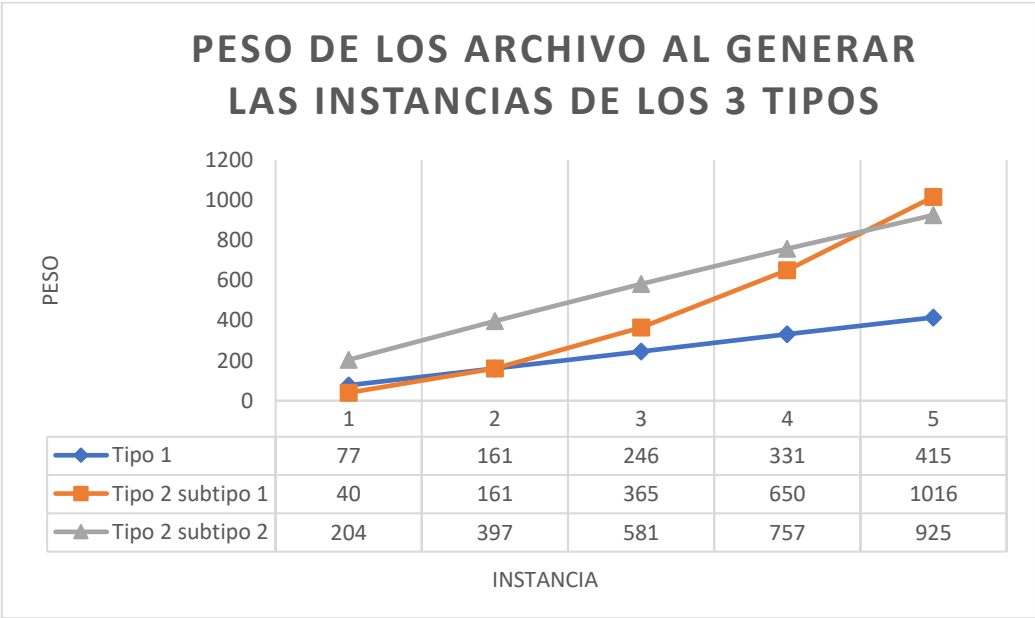
Grafica 14. Tiempo (en segundos) que tarda en generar las instancias con el 5% nodos adyacentes (tipo 2 subtipo 1).

| Numero de nodos | Cantidad de adyacentes | Tiempo de cómputo | Peso del archivo de texto generado |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------|---|
| 500 | 20 | 3.5071749687194824 | 204 KB |
| 500 | 40 | 13.757827281951904 | 397 KB |
| 500 | 60 | 30.426645755767822 | 581 KB |
| 500 | 80 | 54.048489570617676 | 757 KB |
| 500 | 100 | 82.43826675415039 | 925 KB |

Grafica 15. Tiempo (en segundos) que tarda en generar las instancias cada vez con más nodos adyacentes, pero con la misma cantidad de nodos (tipo 2 subtipo 2).



Grafica10. Tiempo (en segundos) de cómputo al generar cada instancia de todos los tipos



Grafica11. Peso (en KB) de Los archivos de cada instancia de todos los tipos

SECCION 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

| Color | Significado |
|---------|---|
| VERDE | Primer lugar, es el mejor parámetro o valor |
| NARANJA | Segundo lugar, no tal mal los resultados |
| ROJO | Tercer lugar, es el peor parámetro o valor |

Tabla 16. Simbología

RESULTADOS ALGORITMO BVPM

| | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|------------------|-------------|----------|-------|
| TIPO 1 | 0.0 | 90 | 20 |
| TIPO 2 SUBTIPO 1 | 0.004330111 | 216 | 74 |
| TIPO 2 SUBTIPO 2 | 0.0044703 | 299 | 108 |

Tabla 17. suma de promedios de cada parámetro en cada tipo de instancia para el algoritmo BVPM

Conclusiones BVPM

1. El tiempo es el parámetro menos afectado por las instancias
2. Las instancias de tipo 1 es la que mejor pudo resolver y la peores fueron las instancias de tipo 2 subtipo 2

RESULTADOS ALGORITMO BPA

| | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|------------------|-------------|----------|-------|
| TIPO 1 | 0.689279318 | 117 | 14 |
| TIPO 2 SUBTIPO 1 | 0.593546868 | 169 | 15 |
| TIPO 2 SUBTIPO 2 | 0.29742866 | 216 | 14 |

Tabla 18. suma de promedios de cada parámetro en cada tipo de instancia para el algoritmo BPA

Conclusiones BPA

1. La cantidad de nodos fue el parámetro menos afectado por las instancias
2. Las instancias de tipo fue las mejores que pudo resolver y las peores las instancias de tipo 2 subtipo 2

RESULTADOS ALGORITMO RS

| | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|--------|-------------|----------|-------|
| TIPO 1 | 949.7685548 | 405.1 | 32.25 |

| | | | |
|------------------|-------------|-------|------|
| TIPO 2 SUBTIPO 1 | 1221.733909 | 654.4 | 47 |
| TIPO 2 SUBTIPO 2 | 581.594434 | 643 | 43.6 |

Tabla 19. suma de promedios de cada parámetro en cada tipo de instancia para el algoritmo RS

Conclusiones RS

1. Todos los parámetros fueron afectados por algún tipo de instancia
2. Las instancias de tipo 1 fueron las que mejor resolvió y las peores fueron las de tipo 2 subtipo 1

CONCLUSIONES SOBRE LAS INSTANCIAS

La instancia de tipo 1 fueron las que mejor pudieron resolver los 3 algoritmos, por lo que variar el numero de nodos adyacentes y mantener constante la cantidad de nodos del grafo es lo que menos afecto a los algoritmos.

Las instancias de tipo 2 fueron las que más dificultad presentaron a los 3 algoritmos, específicamente las de subtipo 2, por lo que aumentar la cantidad de nodos del grafo afecta a los algoritmos y mas aun si la cantidad de nodos adyacentes a un número fijo permanece constante.

RESULTADOS ENTRE ALGORITMOS

| | TIEMPO | SOLUCION | NODOS |
|------|-----------|----------|-------|
| BVPM | 0.0001013 | 40 | 13.46 |
| BPA | 0.105350 | 33.4666 | 2.86 |
| RS | 183.3627 | 113.17 | 8.16 |

Tabla 20. Tiempo, solución y nodos promedio de Los algoritmos BVPM (búsqueda voraz primero el mejor), BPA (búsqueda por amplitud) y RS (recocido simulado)

RESULTADOS DE LOS TIPOS DE INSTANCIA DE SOLUCION

| | DE 0 A 25 | DE 26 A 50 | DE 50 A 500 |
|------|-----------|------------|-------------|
| BVPM | 25 | 35 | 15 |
| BPA | 25 | 45 | 5 |

Tabla 21. Cantidad de soluciones entre esos rangos por Los algoritmos BVPM y BPA

CONCLUSIONES SOBRE LOS ALGORITMOS

Después de analizar esta tabla 20 y las gráficas 1 hasta la gráfica 9 se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, quedo el algoritmo BPA, dando un tiempo bueno, con soluciones bajas y con muy pocos nodos.
- En segundo lugar, el algoritmo BVPM, dando el menor tiempo de cómputo, soluciones buenas, pero con una cantidad de nodos elevada.
- En tercer lugar, el algoritmo RS, fue el peor con un tiempo, solución y nodos muy elevados.

JUSTIFICACIÓN SOBRE LOS RESULTADOS DEL ALGORITMO RS

Considero que las soluciones malas que genero son porque los parámetros del algoritmo no le dieron el tiempo suficiente para llegar a la respuesta optima, no le di mejores parámetros porque el tiempo de cómputo se elevara demasiado incluso se tardaba mas de 30 minutos con la instancia más sencilla vista en este trabajo y para la cantidad de veces que tenía planeado probarlo se me haría imposible.

El motivo de los tiempos de cómputo elevados considero que son por una ineficiente implementación del algoritmo dado que el algoritmo RS necesita generar una solución vecina en mi caso yo genero una nueva solución por completo lo cual pienso que es lo que mas tiempo le cuesta, con mas tiempo para pensar se podría encontrar una mejor manera de generar vecino para este algoritmo.

Para este trabajo los parámetros del algoritmo RS son los siguientes:

| parámetro | Valor |
|----------------------------------|------------|
| <i>Rn</i> | <i>0.1</i> |
| <i>Temperatura inicial</i> | <i>50</i> |
| <i>Temperatura final</i> | <i>30</i> |
| <i>Iteraciones máximas</i> | <i>100</i> |
| <i>Velocidad de enfriamiento</i> | <i>1</i> |
| <i>Diferencia de temperatura</i> | <i>20</i> |

CODIGO

El código y los archivos de las instancias utilizadas para este proyecto se encuentra en este repositorio.

https://github.com/LUJAAA/PIA_IA.git

En los archivos del repositorio viene unas instrucciones para ejecutar los códigos y generar las instancias.