

Problema del Viajante

García Prado, Sergio
sergio@garciparedes.me

24 de abril de 2017

Resumen

[TODO]

1. INTRODUCCIÓN

[TODO]

2. PROBLEMA DEL VIAJERO (TSP)

[TODO]

2.1 Estrategia Exacta

[TODO]

2.2 Estrategia Greedy

[TODO]

2.3 Estrategia 2-OPT

[TODO]

2.4 Estrategia GRASP

[TODO]

2.5 Estrategia Simulated Anneling

[TODO]

3. PROBLEMA DEL VIAJERO CON VENTANA DE TIEMPO (TSPTW)

[TODO]

4. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

4.1 burma14

[TODO]

4.2 br17

[TODO]

Método	Distancia	Camino
Exacto	-	-
Greedy	231	1 14 4 8 15 3 16 2 6 12 9 11 13 19 18 20 10 17 7 21 5
2-opt	221	1 5 21 14 4 17 7 10 18 20 19 11 13 9 12 6 2 16 3 15 8
GRASP	210	1 8 15 3 16 2 6 12 9 13 11 19 20 18 10 17 7 4 21 14 5
Simulated Annealing	198	1 5 14 21 7 17 4 10 20 18 19 13 11 9 12 6 2 16 3 15 8

Tabla 1: Soluciones para el conjunto de datos n21_1

Método	Distancia	Camino
Exacto	174	1 14 8 4 21 13 18 16 11 10 12 17 6 7 20 9 5 19 3 15 2
Greedy	230	1 2 21 11 10 20 13 18 16 12 17 7 6 4 8 5 9 19 3 15 14
2-opt	216	1 14 2 15 19 5 9 3 8 4 21 13 18 16 12 17 7 6 20 10 11
GRASP	178	1 14 21 13 18 16 11 10 12 17 20 7 6 4 8 5 9 19 3 15 2
Simulated Annealing	187	1 21 13 18 4 8 7 6 16 11 10 12 17 20 5 9 19 3 15 2 14

Tabla 2: Soluciones para el conjunto de datos n21_2

4.3 n21_1

[TODO]

4.4 n21_2

[TODO]

4.5 n21_3

[TODO]

4.6 n21_4

[TODO]

4.7 n21_5

[TODO]

4.8 tsp_60_1

[TODO]

Método	Distancia	Camino
Exacto	213	1 6 20 16 15 18 13 12 8 3 5 19 17 10 9 11 2 21 4 14 7
Greedy	227	1 7 6 20 18 13 12 19 15 16 8 3 5 17 10 9 11 2 21 4 14
2-opt	217	1 7 6 20 16 15 8 18 13 12 19 3 5 17 10 9 11 2 21 4 14
GRASP	217	1 7 6 20 16 15 8 18 13 12 19 3 5 17 10 9 11 2 21 4 14
Simulated Annealing	213	1 7 14 4 21 2 11 9 10 17 19 5 3 8 13 12 18 15 16 20 6

Tabla 3: Soluciones para el conjunto de datos n21_3

Método	Distancia	Camino
Exacto	189	1 12 5 15 11 14 7 6 2 9 20 3 8 10 16 19 18 17 21 13 4
Greedy	254	1 12 15 11 20 2 6 9 7 14 5 16 19 18 17 10 3 8 4 13 21
2-opt	222	1 12 21 17 18 19 16 10 8 3 20 11 15 5 14 7 6 2 9 13 4
GRASP	213	1 12 5 14 7 6 2 9 10 16 19 18 17 21 13 4 8 3 20 11 15
Simulated Annealing	194	1 4 13 21 17 18 19 16 10 8 3 11 20 9 2 6 7 14 15 5 12

Tabla 4: Soluciones para el conjunto de datos n21_4

Método	Distancia	Camino
Exacto	193	1 12 14 20 10 7 16 13 15 5 11 6 3 18 9 2 4 21 19 17 8
Greedy	212	1 8 17 19 21 4 2 9 18 3 6 11 5 15 16 10 7 13 20 14 12
2-opt	204	1 8 17 19 21 4 2 9 18 13 10 7 16 15 5 11 6 3 20 14 12
GRASP	203	1 7 10 5 11 6 3 15 16 13 18 9 2 4 19 21 17 8 12 14 20
Simulated Annealing	193	1 8 17 19 21 4 2 9 18 3 6 11 5 15 13 16 7 10 20 14 12

Tabla 5: Soluciones para el conjunto de datos n21_5

Método	Distancia	Camino
Exacto	-	-
Greedy	772	1 35 53 27 23 32 8 12 20 51 54 39 31 50 58 15 26 6 57 46 30 13 22 10 14 37 18 24 52 45 3 33 2 7 17 38 41 19 9 11 44 36 59 5 42 48 40 49 60 21 55 47 56 43 25 34 16 4 29 28
2-opt	752	1 35 53 27 23 32 8 12 20 51 21 42 48 5 56 36 11 44 59 3 33 45 52 24 41 38 17 2 7 30 46 26 6 57 15 58 31 50 54 39 40 49 60 22 10 13 14 37 18 29 4 34 16 25 19 9 43 47 55 28
GRASP	654	1 35 53 27 23 40 49 60 22 13 30 46 57 6 26 15 58 50 31 39 54 51 20 12 21 8 32 48 42 5 59 36 44 11 9 43 56 47 55 28 29 4 16 34 25 19 41 38 17 7 2 33 3 45 52 24 18 37 14 10
Simulated Annealing	666	1 10 22 13 60 49 40 20 12 21 51 54 39 31 50 58 15 26 6 57 46 30 14 24 41 38 17 7 2 33 3 45 52 37 18 29 4 19 25 34 16 28 55 43 9 11 44 59 36 47 56 5 48 42 8 32 23 27 53 35

Tabla 6: Soluciones para el conjunto de datos tsp_60_1

Método	Distancia	Camino
Exacto	-	-
Greedy	755	1 57 30 9 28 39 47 24 32 37 15 56 40 50 8 27 5 43 16 21 33 6 45 46 52 38 55 3 36 53 20 2 17 48 23 42 31 41 59 49 58 12 35 11 22 25 19 18 51 14 10 60 26 34 54 7 4 44 29 13
2-opt	686	1 57 30 9 28 4 44 29 13 5 27 8 40 50 56 15 54 7 26 34 60 10 14 47 39 19 25 24 32 37 18 51 43 16 21 33 6 45 46 52 38 55 3 36 53 20 2 17 12 35 11 22 31 23 48 42 41 59 49 58
GRASP	686	1 57 30 9 28 4 44 29 13 5 27 8 40 50 56 15 54 7 26 34 60 10 14 47 39 19 25 12 35 11 22 24 32 37 18 51 43 16 21 33 6 45 46 52 38 55 3 36 53 20 2 17 48 23 42 31 41 59 49 58
Simulated Annealing	691	1 57 3 52 46 38 55 6 33 45 21 16 43 51 18 50 40 8 27 5 13 29 44 4 28 30 9 14 10 60 34 26 7 54 56 15 37 24 32 47 39 19 25 22 11 12 35 59 41 31 42 48 23 17 2 20 53 36 49 58

Tabla 7: Soluciones para el conjunto de datos tsp_60_2

Método	Distancia	Camino
Exacto	-	-
Greedy	690	1 27 4 38 49 40 31 57 34 2 39 43 46 29 53 24 22 20 28 12 6 41 60 54 15 10 25 11 21 7 30 50 26 33 35 36 8 37 59 13 32 48 23 56 18 52 19 3 51 55 5 47 17 45 42 44 16 14 58 9
2-opt	751	1 9 58 14 16 44 45 42 17 47 55 3 19 51 52 18 23 56 48 13 32 35 36 8 37 59 5 21 11 7 30 15 54 60 41 6 28 12 22 20 29 43 39 53 46 33 26 24 50 10 25 31 57 34 2 40 49 38 4 27
GRASP	690	1 27 4 38 49 40 31 57 34 2 39 43 46 29 53 24 22 20 28 12 6 41 60 54 15 10 25 11 21 7 30 50 26 33 35 36 8 37 59 13 32 48 23 56 18 52 19 3 51 55 5 47 17 45 42 44 16 14 58 9
Simulated Annealing	682	1 9 4 24 22 20 26 33 46 29 43 39 53 57 2 34 31 40 32 13 35 36 8 37 59 52 18 56 23 48 49 38 58 14 16 17 55 3 19 51 5 47 42 45 44 21 11 7 30 15 10 25 60 41 6 28 12 54 50 27

Tabla 8: Soluciones para el conjunto de datos tsp_60_3

4.9 tsp_60_2

[TODO]

4.10 tsp_60_3

[TODO]

4.11 tsp_100_1

[TODO]

4.12 tsp_100_2

[TODO]

4.13 n40w20.001

[TODO]

Método	Distancia	Camino
Exacto	-	-
Greedy	989	1 24 41 59 57 40 31 64 80 63 36 47 99 4 67 79 82 19 45 97 50 2 93 20 69 5 78 92 29 27 86 28 15 74 18 65 23 71 10 25 17 32 52 66 12 42 16 61 26 84 14 83 37 77 60 38 88 96 85 70 94 44 89 21 87 91 34 7 22 90 62 58 46 35 54 43 76 49 95 13 48 11 53 72 98 8 68 6 3 73 75 100 33 39 81 9 55 56 30 51
2-opt	1005	1 24 41 59 57 40 31 64 80 63 36 47 99 4 67 79 82 19 45 97 39 81 33 100 3 73 75 28 86 27 29 92 78 5 69 20 43 76 49 95 13 48 11 12 42 16 61 26 84 14 83 37 77 60 38 88 96 85 70 94 44 89 21 87 91 34 7 22 90 62 58 46 35 54 68 98 8 93 50 2 66 52 32 53 72 17 25 10 23 71 65 18 74 6 15 9 55 56 30 51
GRASP	899	1 28 86 27 29 92 78 5 69 20 43 76 49 95 13 48 11 10 25 17 32 52 66 12 42 16 61 26 84 14 83 37 77 60 38 88 96 85 70 94 44 89 21 87 91 34 7 22 90 62 58 46 35 54 68 98 8 53 72 71 23 65 18 74 6 15 75 73 3 100 33 45 97 19 79 67 82 24 41 59 57 40 31 64 80 63 36 47 99 4 93 50 2 39 81 9 55 56 30 51
Simulated Annealing	968	1 24 41 59 57 40 31 64 80 63 36 47 99 4 67 79 82 19 45 97 50 2 93 20 69 5 78 92 68 98 8 53 72 6 74 18 65 23 71 10 25 17 32 52 66 12 42 16 61 26 84 14 83 37 77 60 38 88 96 85 70 94 44 89 21 87 91 34 7 22 90 62 58 46 35 54 43 76 49 95 13 48 11 27 29 86 28 30 56 55 9 81 39 33 100 3 73 75 15 51

Tabla 9: Soluciones para el conjunto de datos tsp_100_1

Método	Distancia	Camino
Exacto	-	-
Greedy	935	1 22 45 82 11 62 92 4 35 44 48 94 34 42 68 56 32 85 61 25 99 38 66 73 19 43 74 40 7 64 83 41 60 15 90 36 30 17 10 58 29 72 18 33 70 88 91 100 69 95 2 49 46 12 80 93 50 3 71 14 65 52 96 89 97 79 28 63 98 78 77 86 9 55 53 51 26 6 59 57 8 5 13 81 84 24 39 54 67 27 75 47 37 21 16 23 76 20 31 87
2-opt	946	1 28 96 52 89 97 71 44 48 94 68 42 37 47 75 27 67 54 39 84 24 11 62 92 35 4 14 65 22 45 82 5 8 57 59 6 55 26 51 53 56 34 81 13 21 9 86 77 78 98 70 33 18 88 91 74 19 43 66 73 79 80 93 50 3 32 85 61 25 99 38 12 2 95 49 46 69 100 41 83 64 7 40 60 36 90 15 30 17 10 58 29 72 63 76 23 16 31 20 87
GRASP	863	1 87 31 20 16 23 76 63 88 91 70 33 18 72 29 58 10 17 30 15 90 36 60 40 7 64 83 74 41 100 69 46 49 95 2 12 38 99 25 61 85 32 3 50 93 80 79 73 66 43 19 71 65 14 97 89 52 96 28 98 78 77 86 9 5 21 26 51 53 55 59 6 57 8 13 81 84 24 39 54 67 47 75 27 37 56 68 42 34 94 48 44 35 4 92 62 11 82 45 22
Simulated Annealing	866	1 22 45 82 11 62 92 4 35 44 48 94 34 42 68 56 37 27 75 47 67 54 39 24 84 81 13 8 57 6 59 55 53 51 26 21 5 9 86 77 78 98 33 70 63 58 29 72 18 88 91 100 69 46 49 95 2 12 38 99 25 61 85 32 3 50 93 80 79 73 66 43 19 74 41 83 64 7 40 60 36 90 15 30 17 10 71 65 14 97 89 52 96 28 76 23 16 20 31 87

Tabla 10: Soluciones para el conjunto de datos tsp_100_2

Método	Distancia	Camino
Exacto	500	1 8 14 17 38 7 16 13 40 3 36 26 5 24 33 4 39 9 2 19 34 15 6 37 11 32 23 22 27 20 10 30 12 28 35 29 25 21 18 41 31

Tabla 11: Soluciones para el conjunto de datos n40w20.001

Método	Distancia	Camino
Exacto	382	1 14 20 27 34 4 8 16 29 10 31 19 38 5 30 32 7 25 33 37 39 15 9 11 24 6 12 40 22 35 17 36 21 3 28 26 13 2 23 18 41

Tabla 12: Soluciones para el conjunto de datos n40w20.004

Método	Distancia	Camino
Exacto	603	1 9 12 14 36 19 27 43 52 13 51 34 8 30 35 4 45 48 11 21 56 17 29 38 46 20 59 3 50 26 22 33 49 47 54 23 2 53 57 18 7 58 40 28 37 55 32 44 24 39 41 60 31 15 10 6 25 61 16 42 5

Tabla 13: Soluciones para el conjunto de datos n60w20.005

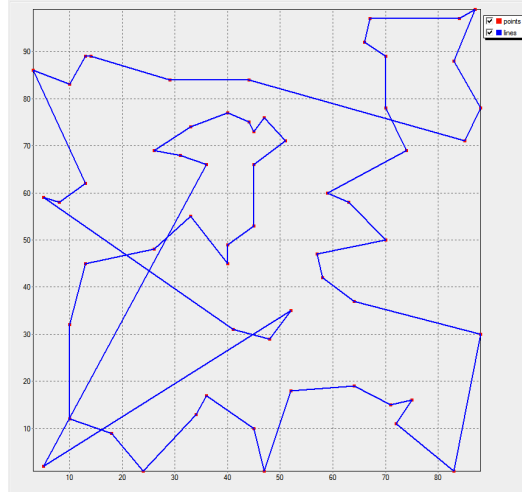
4.14 n40w60.004

[TODO]

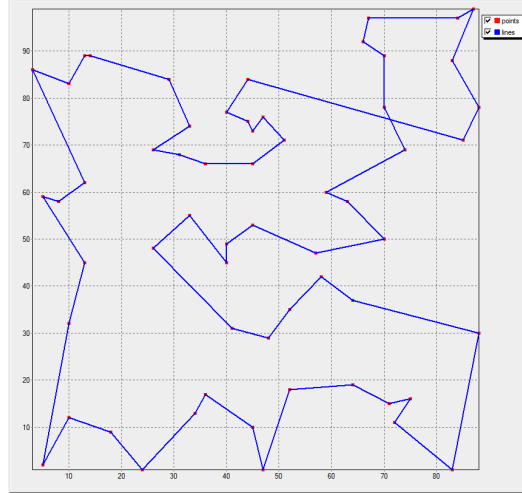
4.15 n60w20.005

[TODO]

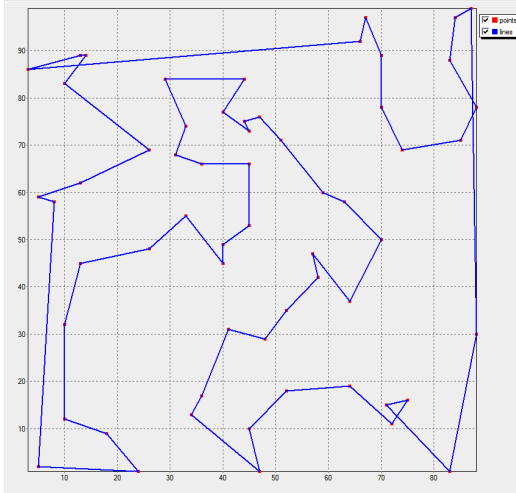
(a) Solución Exacta para tsp_60_1



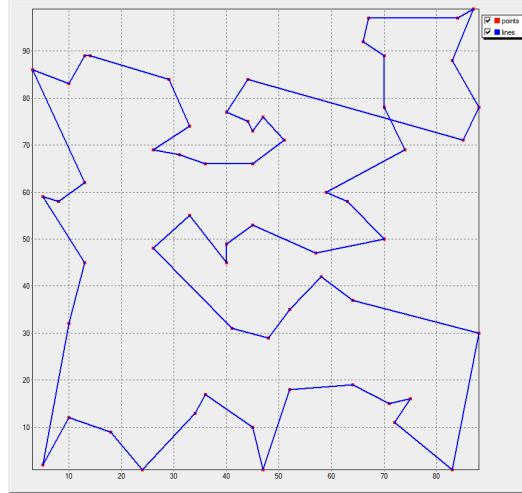
(b) Solución Greedy para tsp_60_1



(c) Solución 2-opt para tsp_60_1



(d) Solución GRASP para tsp_60_1



(e) Solución Simulated Annealing para tsp_60_1

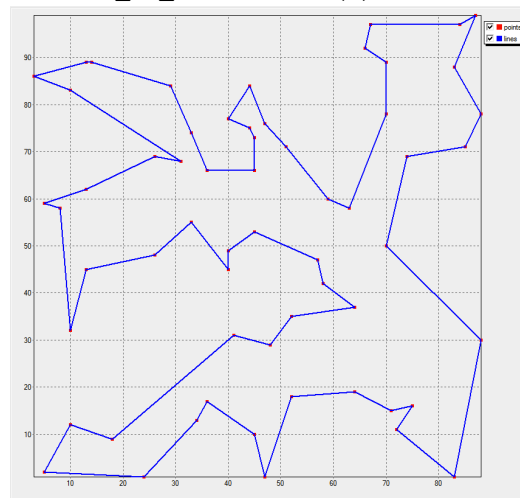
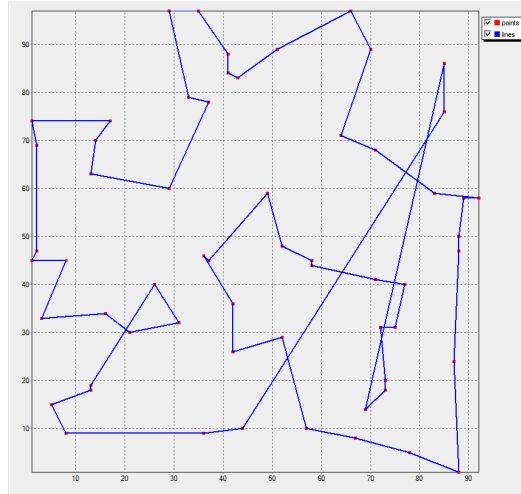
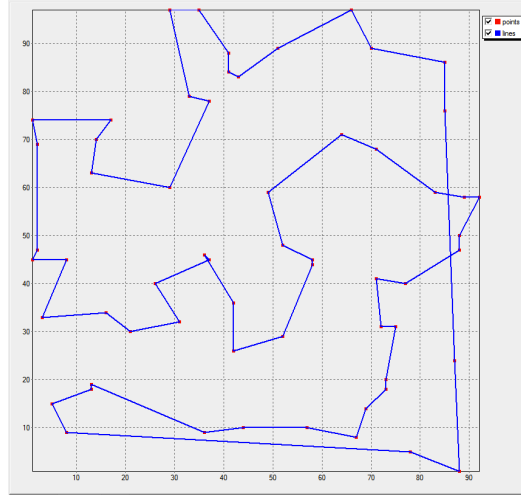


Figura 1: Representación gráfica de las distintas soluciones para el conjunto de datos tsp_60_1

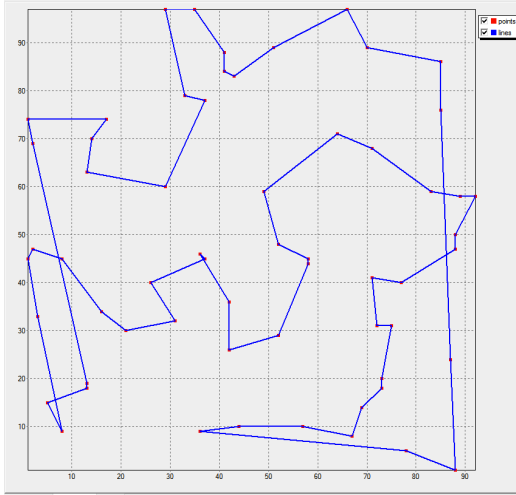
(a) Solución Exacta para tsp_60_2



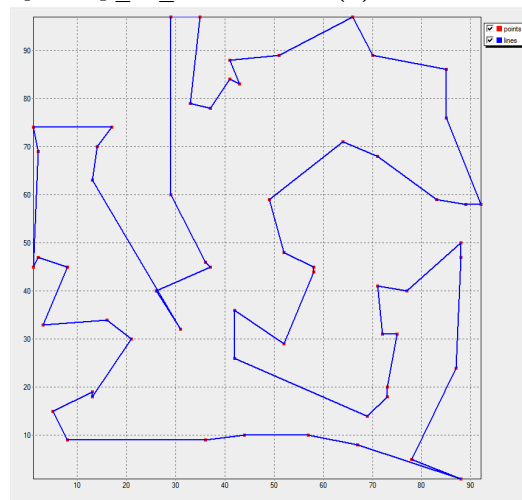
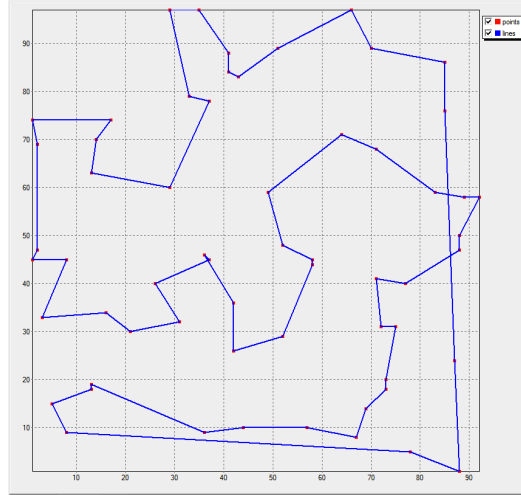
(b) Solución Greedy para tsp_60_2



(c) Solución 2-opt para tsp_60_2



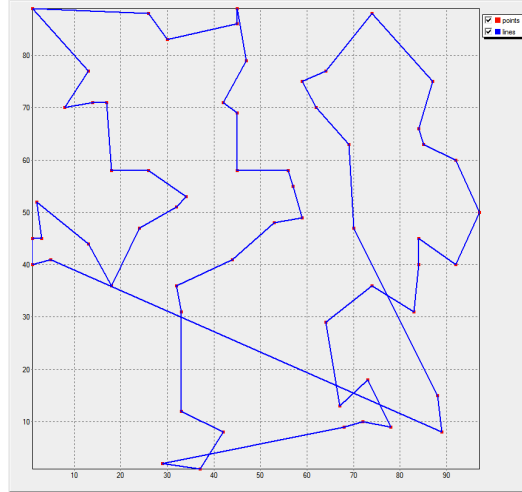
(d) Solución GRASP para tsp_60_2



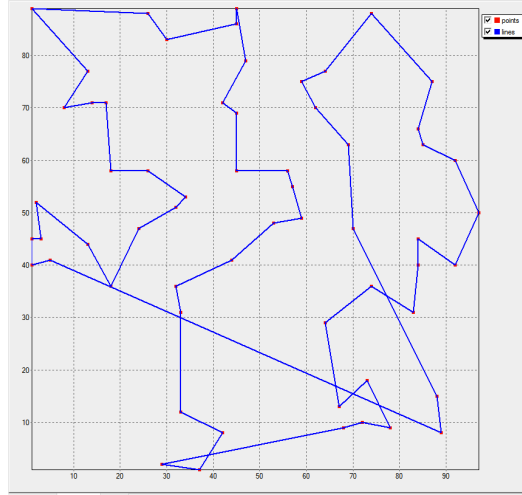
(e) Solución Simulated Annealing para tsp_60_2

Figura 2: Representación gráfica de las distintas soluciones para el conjunto de datos tsp_60_2

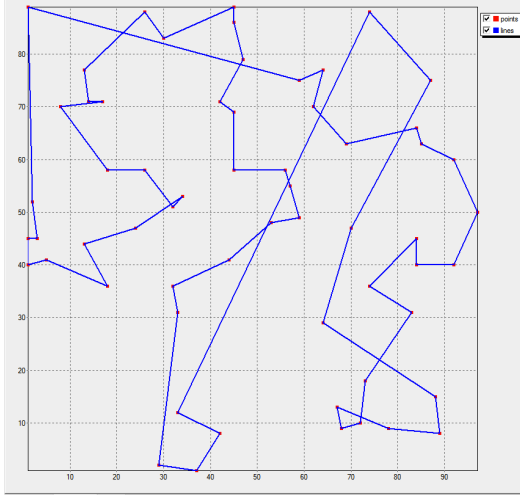
(a) Solución Exacta para tsp_60_3



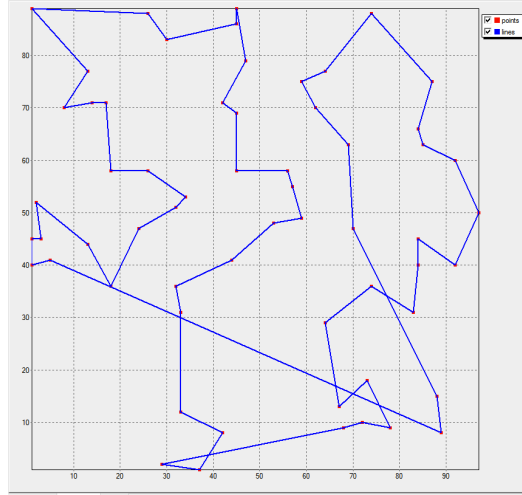
(b) Solución Greedy para tsp_60_3



(c) Solución 2-opt para tsp_60_3



(d) Solución GRASP para tsp_60_3



(e) Solución Simulated Anneling para tsp_60_3

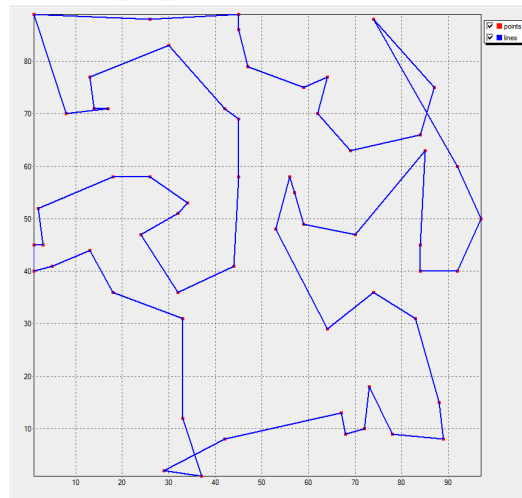
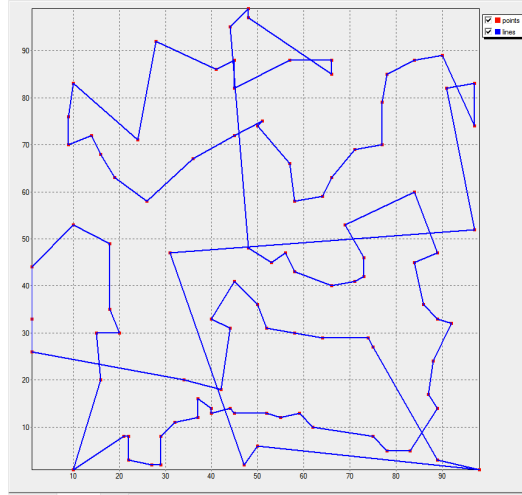
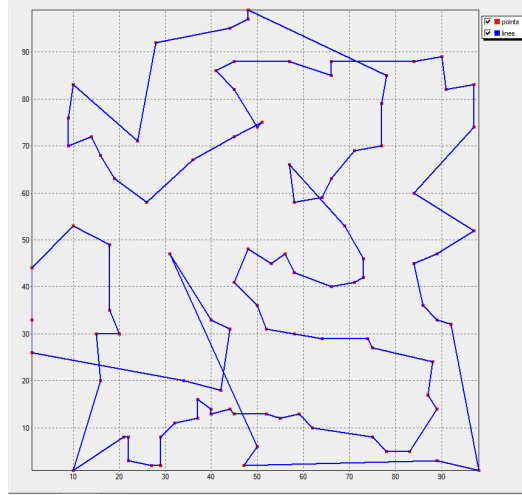


Figura 3: Representación gráfica de las distintas soluciones para el conjunto de datos tsp_60_3

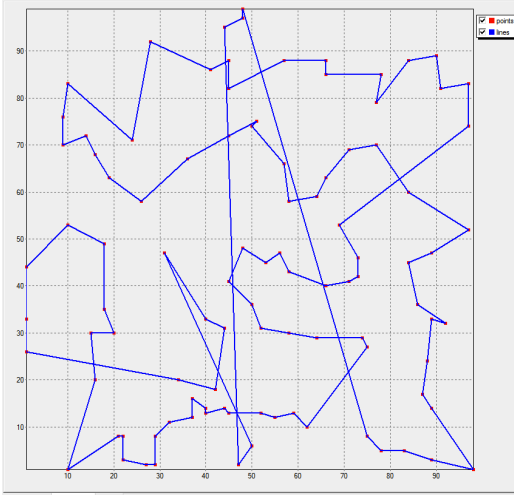
(a) Solución Exacta para tsp_100_1



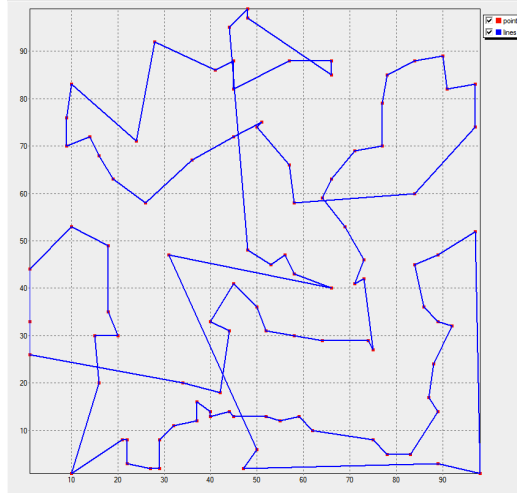
(b) Solución Greedy para tsp_100_1



(c) Solución 2-opt para tsp_100_1



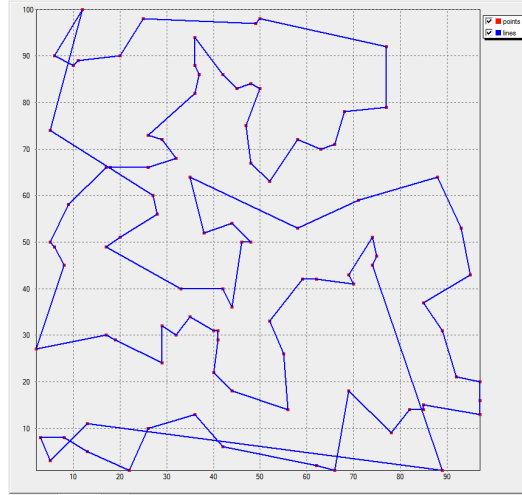
(d) Solución GRASP para tsp_100_1



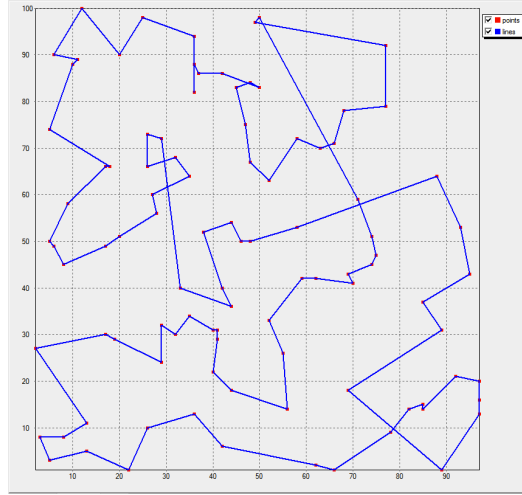
(e) Solución Simulated Anneling para tsp_100_1

Figura 4: Representación gráfica de las distintas soluciones para el conjunto de datos tsp_100_1

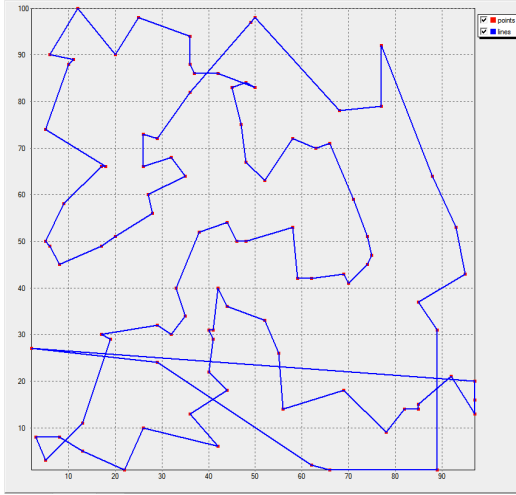
(a) Solución Exacta para tsp_100_2



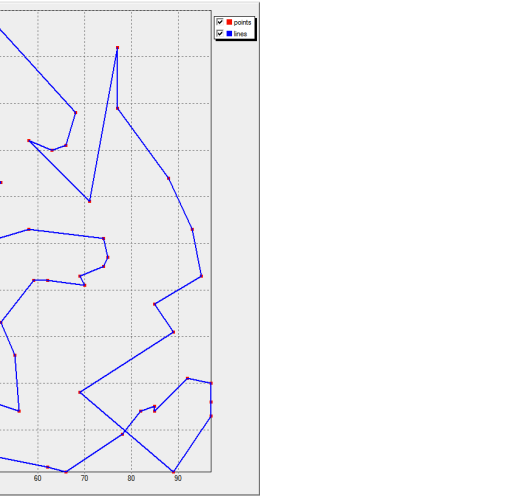
(b) Solución Greedy para tsp_100_2



(c) Solución 2-opt para tsp_100_2



(d) Solución GRASP para tsp_100_2



(e) Solución Simulated Anneling para tsp_100_2

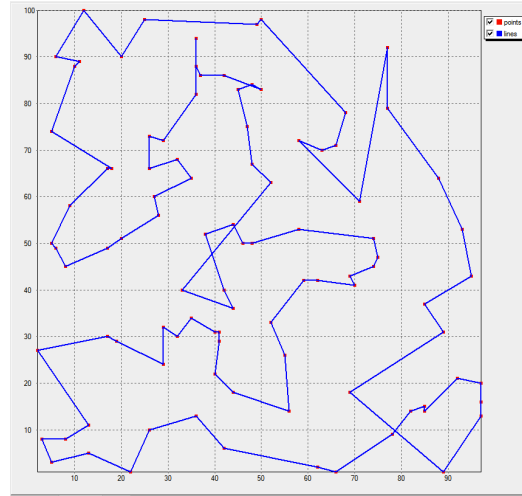


Figura 5: Representación gráfica de las distintas soluciones para el conjunto de datos tsp_100_2

REFERENCIAS

- [1] AGUADO, J. S. Modelos de Investigación Operativa, 2016/17.
- [2] GARCÍA PRADO, S. Mosel Examples. <https://github.com/garciparedes/mosel-examples>.