
Práctica 1: Implementación del Algoritmo del Simplex Primal

Álvaro Ortiz Villa y Erik Altelarrea Ferré

Programación Matemática (G. Matemáticas, FME). Noviembre 2021

1. Nombres, DNI y conjuntos de datos

- Álvaro Ortiz Villa, DNI 21775110K, conjunto de datos 3.
- Erik Altelarrea Ferré, DNI 45128574K, conjunto de datos 24.

2. Tipo de implementación

Nuestra propuesta de implementación del algoritmo del Simplex Primal tiene la fase I+II integradas. Pues nuestro código resuelve el problema de fase I automáticamente con los parámetros proporcionados, c , b , y A , y, una vez encontrada la SBF (si existe), continúa con la fase II. Esta opción es la descrita en el apartado 1 a) del guión de prácticas y se denomina implementación genuina del ASP.

3. Resultados obtenidos

3.1. Conjunto de datos 3

3.1.1. Problema PL 1

Código 1 – Output proporcionado por el programa

```
1 PROBLEMA 1:
2 Inicio ASP con regla min  $r[q]$ 
3
4 Fase I
5 Iteración 1 :  $q = 4$ ,  $r_q = -398.000$ ,  $B(p) = 22$ ,  $\theta^* = 0.050$ ,  $z = 2648.100$ .
6 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.2412287236088764e-16$ .
7 Iteración 2 :  $q = 14$ ,  $r_q = -659.100$ ,  $B(p) = 30$ ,  $\theta^* = 0.945$ ,  $z = 2025.549$ 
8 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.1254370123650498e-16$ 
9 Iteración 3 :  $q = 10$ ,  $r_q = -773.475$ ,  $B(p) = 27$ ,  $\theta^* = 0.060$ ,  $z = 1979.464$ 
10 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.3336275615811263e-16$ 
11 Iteración 4 :  $q = 11$ ,  $r_q = -861.290$ ,  $B(p) = 21$ ,  $\theta^* = 0.537$ ,  $z = 1517.151$ 
12 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.0784258019267337e-16$ 
13 Iteración 5 :  $q = 9$ ,  $r_q = -740.658$ ,  $B(p) = 28$ ,  $\theta^* = 0.452$ ,  $z = 1182.071$ 
14 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $2.323398613184949e-16$ 
15 Iteración 6 :  $q = 3$ ,  $r_q = -529.459$ ,  $B(p) = 26$ ,  $\theta^* = 0.684$ ,  $z = 819.869$ 
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.8935972225885386e-16$ 
17 Iteración 7 :  $q = 7$ ,  $r_q = -321.520$ ,  $B(p) = 29$ ,  $\theta^* = 1.244$ ,  $z = 419.917$ 
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $2.1850361585275646e-16$ 
19 Iteración 8 :  $q = 12$ ,  $r_q = -243.425$ ,  $B(p) = 24$ ,  $\theta^* = 0.048$ ,  $z = 408.228$ 
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $2.355479910684256e-16$ 
21 Iteración 9 :  $q = 5$ ,  $r_q = -153.139$ ,  $B(p) = 4$ ,  $\theta^* = 1.637$ ,  $z = 157.490$ 
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $2.1420113197879206e-16$ 
23 Iteración 10 :  $q = 13$ ,  $r_q = -231.636$ ,  $B(p) = 23$ ,  $\theta^* = 0.285$ ,  $z = 91.512$ 
```

```

24     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.5355933714262273e-16
25     Iteración 11 : q = 8, rq = -248.178, B(p) = 25, theta* = 0.369, z = 0.000
26     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.4438267234112346e-16
27     Iteración 12 : Solución básica factible encontrada
28 Fase II
29     Iteración 13 : q = 2, rq = -83.874, B(p) = 13, theta* = 1.600, z = -69.438
30     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.999984152190086e-16
31     Iteración 14 : q = 4, rq = -184.099, B(p) = 9, theta* = 0.283, z = -121.467
32     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.603231836754286e-15
33     Iteración 15 : q = 6, rq = -338.521, B(p) = 12, theta* = 0.352, z = -240.777
34     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.683675275354557e-15
35     Iteración 16 : q = 1, rq = -401.647, B(p) = 14, theta* = 0.013, z = -245.914
36     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.91053646806717e-16
37     Iteración 17 : q = 9, rq = -18.135, B(p) = 5, theta* = 1.500, z = -273.118
38     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.519438554900723e-16
39     Iteración 18 : q = 20, rq = -0.443, B(p) = 10, theta* = 143.027, z = -336.446
40     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.693182379129006e-16
41     Iteración 19 : q = 5, rq = -19.966, B(p) = 1, theta* = 1.918, z = -374.747
42     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.2142186410750463e-15
43     Iteración 20 : q = 18, rq = -0.505, B(p) = 7, theta* = 90.889, z = -420.604
44     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.683119545191352e-16
45     Iteración 21 : q = 1, rq = -158.303, B(p) = 3, theta* = 0.494, z = -498.874
46     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.237708372127334e-16
47     Iteración 22 : q = 19, rq = -0.201, B(p) = 2, theta* = 369.991, z = -573.066
48     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.307392843676127e-16
49     Iteración 23 : Solución óptima encontrada
50 VB* =
51 [11  9 19  6  8  1 20  4 18  5]
52 xb* =
53 [ 2.7937  4.0495 369.9914  0.7543  2.3871  1.3272 653.6842  2.9004
54 222.1487  1.1056]
55 VNB* =
56 [14 13  3 12 15 16 17  7  2 10]
57 r* =
58 [80.3559e+01 7.28260e+01 6.72399e+01 1.22182e+02 3.48800e-01 8.84000e-02
59 5.31100e-01 4.96960e+01 2.94900e+01 5.03078e+01]
60 z* =
61 -573.0659
62 Fin ASP problema 1.

```

3.1.2. Problema PL 2

Código 2 – Output proporcionado por el programa

```

1 PROBLEMA 2:
2 Inicio ASP con regla min r[q]
3
4 Fase I
5     Iteración 1 : q = 7, rq = -501.000, B(p) = 27, theta* = 0.266, z = 1235.922
6     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.0873574679994546e-16
7     Iteración 2 : q = 11, rq = -785.766, B(p) = 22, theta* = 0.017, z = 1222.736
8     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.188885855194606e-16
9     Iteración 3 : q = 9, rq = -529.522, B(p) = 11, theta* = 0.053, z = 1194.726
10    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.9285071634111623e-16
11    Iteración 4 : q = 2, rq = -2304.473, B(p) = 30, theta* = 0.027, z = 1133.306
12    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.7232531869395595e-16

```

```

13 Iteración 5 : q = 13, rq = -213.292, B(p) = 2, theta* = 0.185, z = 1093.853
14 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.3182414492931454e-16
15 Iteración 6 : q = 11, rq = -1146.774, B(p) = 9, theta* = 0.112, z = 965.072
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.123800148698056e-16
17 Iteración 7 : q = 14, rq = -107.522, B(p) = 28, theta* = 0.129, z = 951.219
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.6577805990143676e-16
19 Iteración 8 : q = 22, rq = -1.500, B(p) = 11, theta* = 56.287, z = 866.811
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.846076485043235e-16
21 Iteración 9 : q = 27, rq = -1.886, B(p) = 14, theta* = 9.691, z = 848.532
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.709576256976279e-16
23 Iteración 10 : q = 8, rq = -174.725, B(p) = 26, theta* = 0.005, z = 847.741
24 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.544218986708784e-16
25 Iteración 11 : q = 1, rq = -38.234, B(p) = 8, theta* = 0.011, z = 847.321
26 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.1397928210869744e-16
27 Iteración 12 : q = 11, rq = -86.311, B(p) = 21, theta* = 0.135, z = 835.703
28 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.642055959481779e-16
29 Iteración 13 : q = 16, rq = -0.173, B(p) = 22, theta* = 168.129, z = 806.619
30 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.541057622409351e-16
31 Iteración 14 : (PL)e infactible
32 Fin ASP problema 2.

```

3.1.3. Problema PL 3

Código 3 – Output proporcionado por el programa

```

1 PROBLEMA 3:
2 Inicio ASP con regla min r[q]
3
4 Fase I
5 Iteración 1 : q = 9, rq = -449.000, B(p) = 22, theta* = 1.208, z = 2438.458
6 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.3803138649224015e-16
7 Iteración 2 : q = 4, rq = -766.312, B(p) = 27, theta* = 0.175, z = 2304.171
8 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.198567971711349e-16
9 Iteración 3 : q = 2, rq = -636.638, B(p) = 21, theta* = 0.613, z = 1913.651
10 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.3526743805197803e-16
11 Iteración 4 : q = 3, rq = -359.211, B(p) = 24, theta* = 1.502, z = 1374.231
12 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.6029529702126605e-16
13 Iteración 5 : q = 5, rq = -522.867, B(p) = 4, theta* = 0.190, z = 1274.718
14 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.3913975151134594e-16
15 Iteración 6 : q = 1, rq = -806.719, B(p) = 29, theta* = 0.002, z = 1273.194
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.135736066209731e-16
17 Iteración 7 : q = 8, rq = -1102.000, B(p) = 30, theta* = 0.158, z = 1098.913
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.1603133029740696e-16
19 Iteración 8 : q = 13, rq = -387.034, B(p) = 28, theta* = 0.659, z = 843.958
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.473507997830682e-16
21 Iteración 9 : q = 14, rq = -325.624, B(p) = 26, theta* = 0.441, z = 700.392
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.006772118958738e-16
23 Iteración 10 : q = 4, rq = -257.419, B(p) = 5, theta* = 0.501, z = 571.495
24 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.988546739172784e-16
25 Iteración 11 : q = 10, rq = -820.908, B(p) = 23, theta* = 0.551, z = 119.573
26 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.69165170372007e-16
27 Iteración 12 : q = 6, rq = -102.619, B(p) = 9, theta* = 0.275, z = 91.312
28 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.955686050079731e-16
29 Iteración 13 : q = 5, rq = -88.379, B(p) = 25, theta* = 1.033, z = 0.000
30 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.78079276276346e-15
31 Iteración 14 : Solución básica factible encontrada

```

```

32  Fase II
33      Iteración 15 : q = 11, rq = -93.416, B(p) = 13, theta* = 3.946, z = 47.837
34      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.2589346547783386e-15
35      Iteración 16 : q = 18, rq = -1.912, B(p) = 10, theta* = 26.441, z = -2.706
36      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.962365900883745e-16
37      Iteración 17 : q = 9, rq = -18.930, B(p) = 6, theta* = 0.805, z = -17.942
38      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.052909298873393e-16
39      Iteración 18 : q = 7, rq = -15.886, B(p) = 4, theta* = 0.514, z = -26.113
40      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.698563460593975e-16
41      Iteración 19 : q = 20, rq = -1.266, B(p) = 1, theta* = 141.955, z = -205.776
42      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.5558426749050604e-15
43      Iteración 20 : q = 4, rq = -217.427, B(p) = 7, theta* = 0.062, z = -219.287
44      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.949564375032155e-16
45      Iteración 21 : q = 6, rq = -60.985, B(p) = 18, theta* = 0.223, z = -232.909
46      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.5053076071765092e-15
47      Iteración 22 : q = 19, rq = -0.998, B(p) = 9, theta* = 32.595, z = -265.448
48      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.679984322419836e-16
49      Iteración 23 : q = 17, rq = -0.361, B(p) = 6, theta* = 124.152, z = -310.309
50      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.115814761593297e-16
51      Iteración 24 : q = 18, rq = -0.189, B(p) = 4, theta* = 63.538, z = -322.300
52      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.6752247044430366e-15
53      Iteración 25 : q = 13, rq = -0.997, B(p) = 2, theta* = 0.726, z = -323.024
54      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.6625500215107727e-15
55      Iteración 26 : Solución óptima encontrada
56  VB* =
57  [13 19 17 3 5 14 18 11 20 8]
58  xb* =
59  [ 0.7263 168.0602 167.4964 1.3483 1.2468 3.1007 110.5462 6.6431
60  252.7719 4.5363]
61  VNB* =
62  [ 4 7 2 12 15 16 6 10 9 1]
63  r* =
64  [ 64.6221 52.0719 1.6176 115.9981 0.6891 0.454 3.5931 171.5621
65  93.2538 230.1624]
66  z* =
67  -323.0241
68  Fin ASP problema 3.

```

3.1.4. Problema PL 4

Código 4 – Output proporcionado por el programa

```

1  PROBLEMA 4:
2  Inicio ASP con regla min r[q]
3
4  Fase I
5      Iteración 1 : q = 5, rq = -676.000, B(p) = 31, theta* = 4.906, z = 3436.375
6      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.009132306966391e-17
7      Iteración 2 : q = 4, rq = -454.917, B(p) = 25, theta* = 4.854, z = 1228.109
8      Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.569426558122409e-17
9      Iteración 3 : q = 13, rq = -376.839, B(p) = 29, theta* = 0.023, z = 1219.573
10     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.096311634244496e-16
11     Iteración 4 : q = 1, rq = -392.012, B(p) = 33, theta* = 0.590, z = 988.480
12     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.3414584405570744e-16
13     Iteración 5 : q = 10, rq = -553.545, B(p) = 13, theta* = 0.216, z = 868.640
14     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.6199030854631856e-16

```

```

15 Iteración 6 : q = 2, rq = -909.877, B(p) = 28, theta* = 0.088, z = 788.333
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.625855339785823e-16
17 Iteración 7 : q = 9, rq = -392.023, B(p) = 32, theta* = 0.048, z = 769.571
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.180336073426234e-16
19 Iteración 8 : q = 6, rq = -356.703, B(p) = 26, theta* = 1.505, z = 232.873
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 7.503918286734751e-16
21 Iteración 9 : q = 3, rq = -349.511, B(p) = 30, theta* = 0.110, z = 194.491
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.6865950857141076e-16
23 Iteración 10 : q = 12, rq = -131.381, B(p) = 34, theta* = 0.815, z = 87.378
24 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.034161633136918e-16
25 Iteración 11 : q = 7, rq = -68.789, B(p) = 27, theta* = 1.270, z = -0.000
26 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.00187790686074e-16
27 Iteración 12 : Solución básica factible encontrada
28 Fase II
29 Iteración 13 : q = 11, rq = -79.891, B(p) = 2, theta* = 0.002, z = -754.185
30 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 7.809982441488979e-16
31 Iteración 14 : q = 14, rq = -142.940, B(p) = 6, theta* = 1.740, z = -1002.963
32 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.1005975324684158e-15
33 Iteración 15 : q = 8, rq = -130.546, B(p) = 9, theta* = 0.001, z = -1003.045
34 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.0469154208754693e-15
35 Iteración 16 : q = 6, rq = -28.469, B(p) = 4, theta* = 0.840, z = -1026.965
36 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.355267803366478e-16
37 Iteración 17 : q = 20, rq = -0.884, B(p) = 8, theta* = 124.052, z = -1136.629
38 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.674963896385621e-16
39 Iteración 18 : q = 23, rq = -1.202, B(p) = 10, theta* = 45.776, z = -1191.667
40 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.809641758342551e-16
41 Iteración 19 : q = 8, rq = -106.751, B(p) = 7, theta* = 0.787, z = -1275.698
42 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.669258154683081e-16
43 Iteración 20 : q = 19, rq = -1.632, B(p) = 6, theta* = 11.531, z = -1294.512
44 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.166022883352711e-15
45 Iteración 21 : q = 9, rq = -30.743, B(p) = 8, theta* = 0.425, z = -1307.572
46 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.206251219789324e-16
47 Iteración 22 : q = 10, rq = -11.499, B(p) = 1, theta* = 4.175, z = -1355.575
48 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.083264346196986e-16
49 Iteración 23 : q = 18, rq = -1.372, B(p) = 3, theta* = 5.491, z = -1363.108
50 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.439555985265962e-16
51 Iteración 24 : q = 1, rq = -63.362, B(p) = 9, theta* = 0.645, z = -1403.954
52 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.717463831571681e-16
53 Iteración 25 : q = 15, rq = -0.883, B(p) = 1, theta* = 52.066, z = -1449.939
54 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.130504923738576e-16
55 Iteración 26 : q = 24, rq = -1.232, B(p) = 12, theta* = 159.268, z = -1646.159
56 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.837204341067184e-16
57 Iteración 27 : q = 3, rq = -58.729, B(p) = 5, theta* = 0.412, z = -1670.344
58 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.596012325536328e-16
59 Iteración 28 : q = 16, rq = -1.641, B(p) = 3, theta* = 17.076, z = -1698.370
60 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.321219692827615e-16
61 Iteración 29 : q = 22, rq = -1.323, B(p) = 14, theta* = 484.387, z = -2339.000
62 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.148892915438447e-16
63 Iteración 30 : q = 12, rq = -31.500, B(p) = 10, theta* = 7.249, z = -2567.352
64 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.658589748954807e-16
65 Iteración 31 : q = 17, rq = -2.845, B(p) = 12, theta* = 4120.000, z = -14287.000
66 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.067486723709197e-15
67 Iteración 32 : (PL)e ilimitado
68 Fin ASP problema 4.

```


3.2. Conjunto de datos 24

3.2.1. Problema PL 1

Código 5 – Output proporcionado por el programa

```

1 PROBLEMA 5:
2 Inicio ASP con regla min  $r[q]$ 
3
4 Fase I
5 Iteración 1 :  $q = 13$ ,  $rq = -379.000$ ,  $B(p) = 30$ ,  $\theta^* = 1.718$ ,  $z = 2365.897$ 
6 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 0.0
7 Iteración 2 :  $q = 8$ ,  $rq = -678.692$ ,  $B(p) = 23$ ,  $\theta^* = 0.633$ ,  $z = 1936.029$ 
8 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $5.313692840156994e-17$ 
9 Iteración 3 :  $q = 12$ ,  $rq = -739.810$ ,  $B(p) = 28$ ,  $\theta^* = 0.301$ ,  $z = 1713.520$ 
10 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $2.9492107231479787e-16$ 
11 Iteración 4 :  $q = 1$ ,  $rq = -1339.055$ ,  $B(p) = 21$ ,  $\theta^* = 0.112$ ,  $z = 1563.416$ 
12 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.951180944501716e-16$ 
13 Iteración 5 :  $q = 3$ ,  $rq = -2351.684$ ,  $B(p) = 29$ ,  $\theta^* = 0.062$ ,  $z = 1417.075$ 
14 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $3.9561580212868566e-16$ 
15 Iteración 6 :  $q = 6$ ,  $rq = -322.805$ ,  $B(p) = 22$ ,  $\theta^* = 0.974$ ,  $z = 1102.593$ 
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $3.382083900630684e-16$ 
17 Iteración 7 :  $q = 10$ ,  $rq = -522.914$ ,  $B(p) = 26$ ,  $\theta^* = 0.242$ ,  $z = 975.967$ 
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $4.291417672592772e-16$ 
19 Iteración 8 :  $q = 14$ ,  $rq = -513.838$ ,  $B(p) = 3$ ,  $\theta^* = 0.076$ ,  $z = 936.783$ 
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $5.034822307174304e-16$ 
21 Iteración 9 :  $q = 7$ ,  $rq = -857.803$ ,  $B(p) = 27$ ,  $\theta^* = 0.043$ ,  $z = 900.298$ 
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $6.219935060966468e-16$ 
23 Iteración 10 :  $q = 9$ ,  $rq = -419.109$ ,  $B(p) = 14$ ,  $\theta^* = 0.637$ ,  $z = 633.296$ 
24 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $2.6957048200437824e-16$ 
25 Iteración 11 :  $q = 11$ ,  $rq = -2487.381$ ,  $B(p) = 24$ ,  $\theta^* = 0.102$ ,  $z = 379.693$ 
26 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.267750720405188e-15$ 
27 Iteración 12 :  $q = 3$ ,  $rq = -201.386$ ,  $B(p) = 8$ ,  $\theta^* = 0.888$ ,  $z = 200.835$ 
28 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.143218697142889e-15$ 
29 Iteración 13 :  $q = 2$ ,  $rq = -396.567$ ,  $B(p) = 25$ ,  $\theta^* = 0.506$ ,  $z = -0.000$ 
30 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.0067940322833701e-15$ 
31 Iteración 14 : Solución básica factible encontrada
32 Fase II
33 Iteración 15 :  $q = 4$ ,  $rq = -180.824$ ,  $B(p) = 2$ ,  $\theta^* = 0.662$ ,  $z = -168.476$ 
34 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.1972895363888226e-15$ 
35 Iteración 16 :  $q = 5$ ,  $rq = -84.750$ ,  $B(p) = 9$ ,  $\theta^* = 2.819$ ,  $z = -407.388$ 
36 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.1372701544218719e-15$ 
37 Iteración 17 :  $q = 8$ ,  $rq = -37.477$ ,  $B(p) = 12$ ,  $\theta^* = 0.646$ ,  $z = -431.610$ 
38 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.1274432111561217e-15$ 
39 Iteración 18 :  $q = 17$ ,  $rq = -0.906$ ,  $B(p) = 8$ ,  $\theta^* = 107.320$ ,  $z = -528.874$ 
40 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $7.802113077442415e-16$ 
41 Iteración 19 :  $q = 14$ ,  $rq = -154.139$ ,  $B(p) = 6$ ,  $\theta^* = 0.027$ ,  $z = -533.024$ 
42 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $1.011513087263806e-15$ 
43 Iteración 20 :  $q = 19$ ,  $rq = -0.381$ ,  $B(p) = 14$ ,  $\theta^* = 5.619$ ,  $z = -535.164$ 
44 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $7.882698243166317e-16$ 
45 Iteración 21 :  $q = 18$ ,  $rq = -0.161$ ,  $B(p) = 19$ ,  $\theta^* = 10.427$ ,  $z = -536.847$ 
46 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de:  $8.706239892787856e-16$ 
47 Iteración 22 : Solución óptima encontrada
48  $VB^* =$ 
49 [ 1 18 3 11 4 10 7 17 5 13]
50  $xb^* =$ 
51 [ 2.5273 10.4268 1.3692 1.1562 3.0599 0.8189 1.5132 112.0363
52 3.4391 0.8879]
```

```

53 VNB* =
54 [ 2  9  6 12 15 16  8 19 14 20]
55 r* =
56 [1.683684e+02 8.186810e+01 8.206870e+01 8.799920e+01 7.043000e-01
57 6.060000e-02 1.740330e+01 2.995000e-01 1.419968e+02 7.780000e-02]
58 z* =
59 -536.8467
60 Fin ASP problema 5.

```

3.2.2. Problema PL 2

Código 6 – Output proporcionado por el programa

```

1 PROBLEMA 6:
2 Inicio ASP con regla min r[q]
3
4 Fase I
5   Iteración 1 : q = 2, rq = -409.000, B(p) = 28, theta* = 0.344, z = 1433.197
6     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.6474334762305665e-17
7   Iteración 2 : q = 13, rq = -401.000, B(p) = 30, theta* = 0.317, z = 1305.955
8     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.9862885089378455e-17
9   Iteración 3 : q = 5, rq = -132.675, B(p) = 24, theta* = 0.342, z = 1260.574
10    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.4225803567103075e-16
11   Iteración 4 : q = 9, rq = -297.858, B(p) = 2, theta* = 0.006, z = 1258.751
12    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.395770828449446e-16
13   Iteración 5 : q = 6, rq = -39.955, B(p) = 9, theta* = 0.017, z = 1258.071
14    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.2992433300339424e-16
15   Iteración 6 : q = 15, rq = -1.000, B(p) = 25, theta* = 66.092, z = 1191.978
16    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.2992433300339424e-16
17   Iteración 7 : q = 10, rq = -15.520, B(p) = 13, theta* = 0.525, z = 1183.827
18    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.567921504928813e-16
19   Iteración 8 : q = 17, rq = -1.000, B(p) = 27, theta* = 144.701, z = 1039.126
20    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.567921504928813e-16
21   Iteración 9 : q = 19, rq = -1.000, B(p) = 29, theta* = 32.575, z = 1006.550
22    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.567921504928813e-16
23   Iteración 10 : q = 9, rq = -112.115, B(p) = 6, theta* = 0.013, z = 1005.129
24    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.7893583715713235e-16
25   Iteración 11 : q = 18, rq = -0.572, B(p) = 9, theta* = 1.895, z = 1004.045
26    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.2172857428869602e-16
27   Iteración 12 : (PL)e infactible
28 Fin ASP problema 6.

```

3.2.3. Problema PL 3

Código 7 – Output proporcionado por el programa

```

1 PROBLEMA 7:
2 Inicio ASP con regla min r[q]
3
4 Fase I
5   Iteración 1 : q = 14, rq = -645.000, B(p) = 29, theta* = 7.698, z = 2156.844
6     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.854655715039128e-17
7   Iteración 2 : q = 2, rq = -614.281, B(p) = 26, theta* = 0.009, z = 2151.540
8     Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.3910897323109397e-16
9   Iteración 3 : q = 4, rq = -521.744, B(p) = 30, theta* = 0.808, z = 1730.045
10    Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.89232032575238e-16

```

```

11 Iteración 4 : q = 5, rq = -721.065, B(p) = 32, theta* = 0.453, z = 1403.163
12 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.6161546542748503e-16
13 Iteración 5 : q = 10, rq = -806.715, B(p) = 25, theta* = 0.604, z = 915.778
14 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.56876856543024e-16
15 Iteración 6 : q = 13, rq = -294.858, B(p) = 28, theta* = 0.978, z = 627.360
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.9725021765256216e-16
17 Iteración 7 : q = 7, rq = -308.931, B(p) = 27, theta* = 1.354, z = 209.050
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.6203178930763104e-16
19 Iteración 8 : q = 1, rq = -191.255, B(p) = 34, theta* = 0.577, z = 98.701
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.8787827049150794e-16
21 Iteración 9 : q = 11, rq = -132.339, B(p) = 31, theta* = 0.569, z = 23.406
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.7458757147960742e-15
23 Iteración 10 : q = 3, rq = -384.492, B(p) = 33, theta* = 0.061, z = 0.000
24 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.69385485927429e-16
25 Iteración 11 : Solución básica factible encontrada
26 Fase II
27 Iteración 12 : q = 9, rq = -34.794, B(p) = 11, theta* = 2.272, z = -767.164
28 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 7.462913129582588e-16
29 Iteración 13 : q = 21, rq = -1.444, B(p) = 2, theta* = 19.299, z = -795.022
30 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.362812150026231e-16
31 Iteración 14 : q = 11, rq = -52.822, B(p) = 3, theta* = 0.786, z = -836.562
32 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.033531517772672e-16
33 Iteración 15 : q = 6, rq = -42.506, B(p) = 14, theta* = 0.525, z = -858.895
34 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.44803722338438e-16
35 Iteración 16 : q = 3, rq = -11.362, B(p) = 13, theta* = 0.442, z = -863.920
36 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.149120028022657e-16
37 Iteración 17 : q = 15, rq = -1.541, B(p) = 3, theta* = 20.200, z = -895.052
38 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.783014352024412e-16
39 Iteración 18 : q = 14, rq = -38.634, B(p) = 6, theta* = 0.545, z = -916.106
40 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.520680679808975e-16
41 Iteración 19 : q = 12, rq = -33.713, B(p) = 7, theta* = 0.513, z = -933.401
42 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.764735155034136e-16
43 Iteración 20 : q = 18, rq = -1.047, B(p) = 12, theta* = 31.825, z = -966.722
44 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.799377202710143e-16
45 Iteración 21 : q = 24, rq = -1.320, B(p) = 10, theta* = 49.574, z = -1032.163
46 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.0055258354769502e-15
47 Iteración 22 : q = 13, rq = -160.367, B(p) = 11, theta* = 0.035, z = -1037.822
48 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.640358532422757e-16
49 Iteración 23 : q = 6, rq = -68.892, B(p) = 14, theta* = 0.144, z = -1047.713
50 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.398571621600275e-16
51 Iteración 24 : q = 23, rq = -0.646, B(p) = 6, theta* = 9.001, z = -1053.525
52 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.738189132011556e-16
53 Iteración 25 : q = 2, rq = -22.745, B(p) = 4, theta* = 1.458, z = -1086.684
54 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.943088814432992e-16
55 Iteración 26 : q = 17, rq = -0.733, B(p) = 9, theta* = 256.652, z = -1274.819
56 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 7.705028417468257e-16
57 Iteración 27 : q = 4, rq = -25.066, B(p) = 13, theta* = 1.174, z = -1304.252
58 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 7.661570737626013e-16
59 Iteración 28 : q = 20, rq = -0.725, B(p) = 5, theta* = 249.086, z = -1484.801
60 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.134560130242696e-16
61 Iteración 29 : q = 16, rq = -0.842, B(p) = 4, theta* = 242.404, z = -1688.805
62 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.822052556925222e-16
63 Iteración 30 : q = 10, rq = -26.003, B(p) = 1, theta* = 8.811, z = -1917.916
64 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.7669604651867024e-16
65 Iteración 31 : q = 22, rq = -2.131, B(p) = 10, theta* = 29623.000, z = -65032.000
66 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.474334612926159e-15

```



```

67 Iteración 32 : (PL)e ilimitado
68 Fin ASP problema 7.

```

3.2.4. Problema PL 4

Código 8 – Output proporcionado por el programa

```

1 PROBLEMA 8:
2 Inicio ASP con regla min r[q]
3
4 Fase I
5 Iteración 1 : q = 14, rq = -454.000, B(p) = 26, theta* = 0.689, z = 2699.108
6 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.780932230633072e-17
7 Iteración 2 : q = 3, rq = -712.405, B(p) = 27, theta* = 0.084, z = 2639.571
8 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.5179961123208935e-16
9 Iteración 3 : q = 2, rq = -837.183, B(p) = 28, theta* = 0.102, z = 2553.830
10 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.2964995473905488e-16
11 Iteración 4 : q = 8, rq = -892.784, B(p) = 21, theta* = 0.333, z = 2256.808
12 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.2286894114121974e-16
13 Iteración 5 : q = 4, rq = -524.017, B(p) = 23, theta* = 1.619, z = 1408.624
14 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.8339491329312646e-16
15 Iteración 6 : q = 11, rq = -789.520, B(p) = 22, theta* = 0.613, z = 924.923
16 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.2926651050048695e-16
17 Iteración 7 : q = 12, rq = -994.705, B(p) = 30, theta* = 0.330, z = 596.741
18 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.306795875050193e-16
19 Iteración 8 : q = 10, rq = -943.470, B(p) = 29, theta* = 0.296, z = 317.032
20 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 3.7201614487283353e-16
21 Iteración 9 : q = 5, rq = -142.040, B(p) = 25, theta* = 1.664, z = 80.740
22 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 4.539777187366096e-16
23 Iteración 10 : q = 1, rq = -47.161, B(p) = 24, theta* = 1.712, z = 0.000
24 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 6.067865328492004e-16
25 Iteración 11 : Solución básica factible encontrada
26 Fase II
27 Iteración 12 : q = 9, rq = -153.816, B(p) = 1, theta* = 1.738, z = -1.199
28 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.803182221737718e-16
29 Iteración 13 : q = 7, rq = -89.753, B(p) = 5, theta* = 0.712, z = -65.080
30 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 8.315152221065195e-16
31 Iteración 14 : q = 13, rq = -39.049, B(p) = 11, theta* = 1.115, z = -108.638
32 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.1792860380872427e-15
33 Iteración 15 : q = 19, rq = -0.717, B(p) = 12, theta* = 194.510, z = -248.140
34 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 1.2949531163676745e-15
35 Iteración 16 : q = 17, rq = -0.721, B(p) = 4, theta* = 253.512, z = -431.024
36 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 2.0689755626778104e-15
37 Iteración 17 : q = 11, rq = -228.193, B(p) = 10, theta* = 0.525, z = -550.820
38 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 5.449938022156763e-16
39 Iteración 18 : q = 20, rq = -0.376, B(p) = 8, theta* = 50.399, z = -569.749
40 Comprobación FPI. El error relativo del cálculo es de: 9.406968284645969e-16
41 Iteración 19 : Solución óptima encontrada
42 VB* =
43 [20 13 17 9 7 14 3 2 11 19]
44 xb* =
45 [5.039890e+01 2.420700e+00 5.396614e+02 4.284100e+00 4.816000e+00
46 8.763000e-01 4.317000e-01 1.101300e+00 6.100000e-01 4.856219e+02]
47 VNB* =
48 [ 6 5 1 10 15 16 4 18 12 8]
49 r* =

```

```
50 [197.6936 164.1674 105.6512 71.5963 0.4125 0.6443 76.4107 0.9305
51 96.3393 79.9035]
52 z* =
53 -569.7494
54 Fin ASP problema 8.
```