

Métodos de Búsqueda

Sistemas de Inteligencia Artificial
ITBA 2022 - 1C

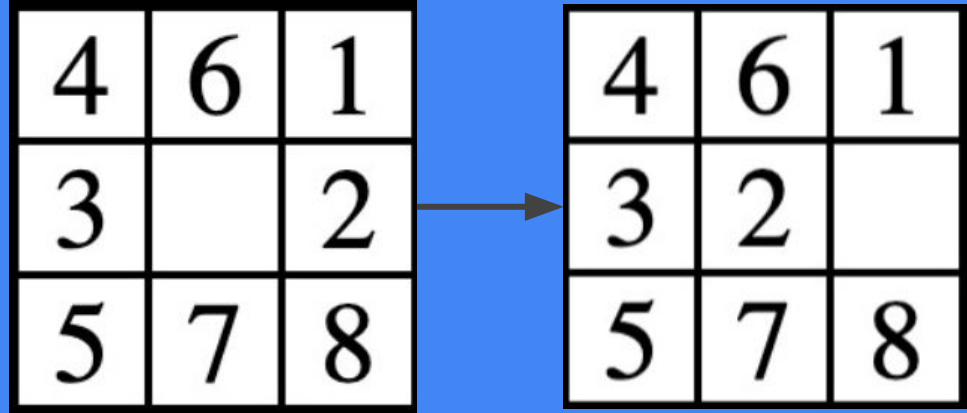


Integrantes:

- Serpe, Octavio (60076)
- Quesada, Francisco (60524)
- Arca, Gonzalo (60303)

Problema

8 Number Puzzle



Idea

3		7
2	8	1
6	4	5

Initial State



1	2	3
4	5	6
7	8	

Goal State

Estados inválidos

Dado un tablero de $N \times N$, existen ciertas condiciones para que un estado pueda ser considerado un estado válido:

- Si **N es impar**, entonces el juego tiene solución si la cantidad de inversiones es par en el estado inicial.
- Si **N es par**, el juego tiene solución si:
 - el vacío está en una fila par contando desde abajo y la cantidad de inversiones es impar.
 - el vacío está en una fila impar contando desde abajo y la cantidad de inversiones es par.

Métodos desinformados

Implementaciones

- **DFS** (Depth First Search)
- **BFS** (Breadth First Search)
- **DLS** (Depth Limited Search)
- **IDS** (Iterative Depth Search)

Benchmarks

Métodos desinformados

Parámetros elegidos

- **Tamaño de la grilla:** 3x3
- **Cantidad de muestras por método:** 50 (*salvo IDS*)
- **Estados iniciales elegidos**

Best case

	1	2
4	5	3
7	8	6

Sol. óptima: 4 pasos

Medium case

2	7	1
3		8
6	5	4

Sol. óptima: 22 pasos

Worst case

8	6	7
2	5	4
3		1

Sol. óptima: 31 pasos

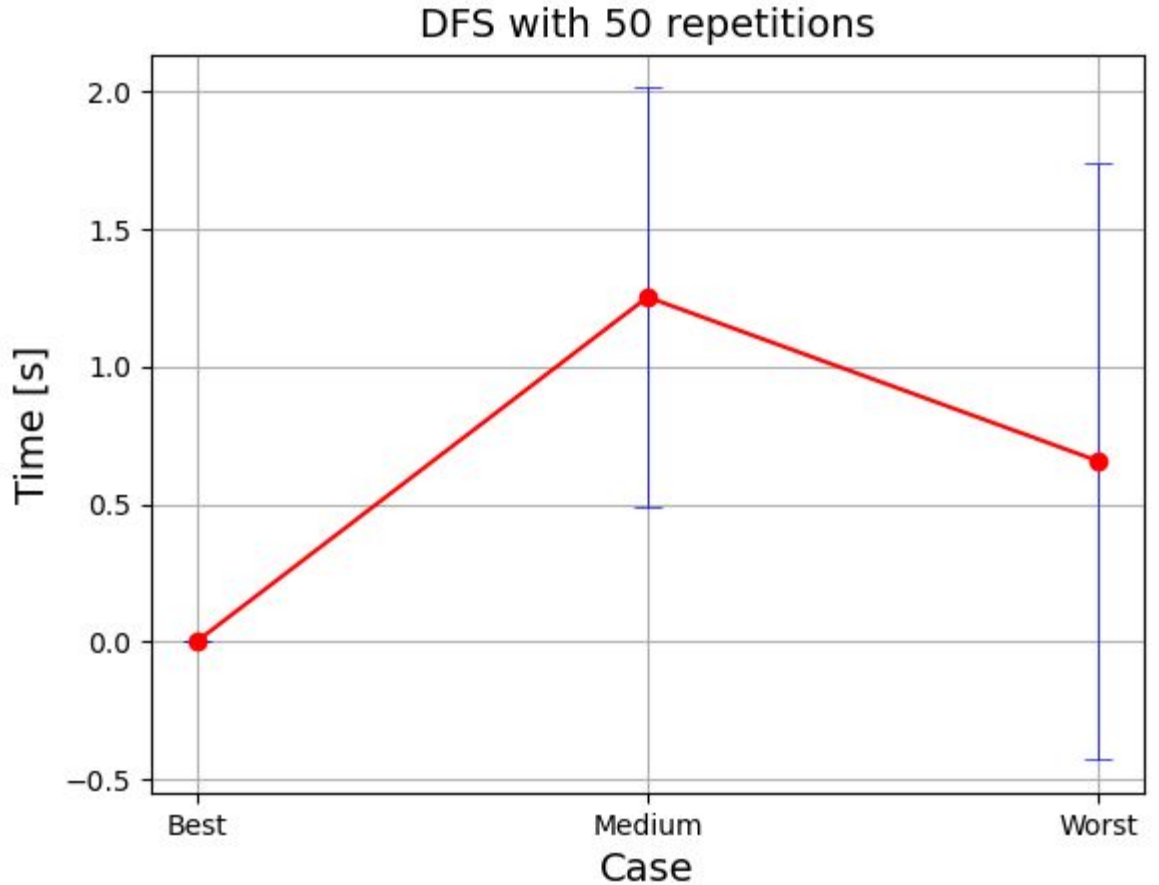
- **Límite inicial IDS:** 31
- **Máxima profundidad DLS:** 50 y 50000

Depth First Search

Best case: $4.6\text{e-}05 \pm 6.7\text{e-}06$ s

Medium case: 1.25 ± 0.76 s

Worst case: 0.6 ± 1.1 s

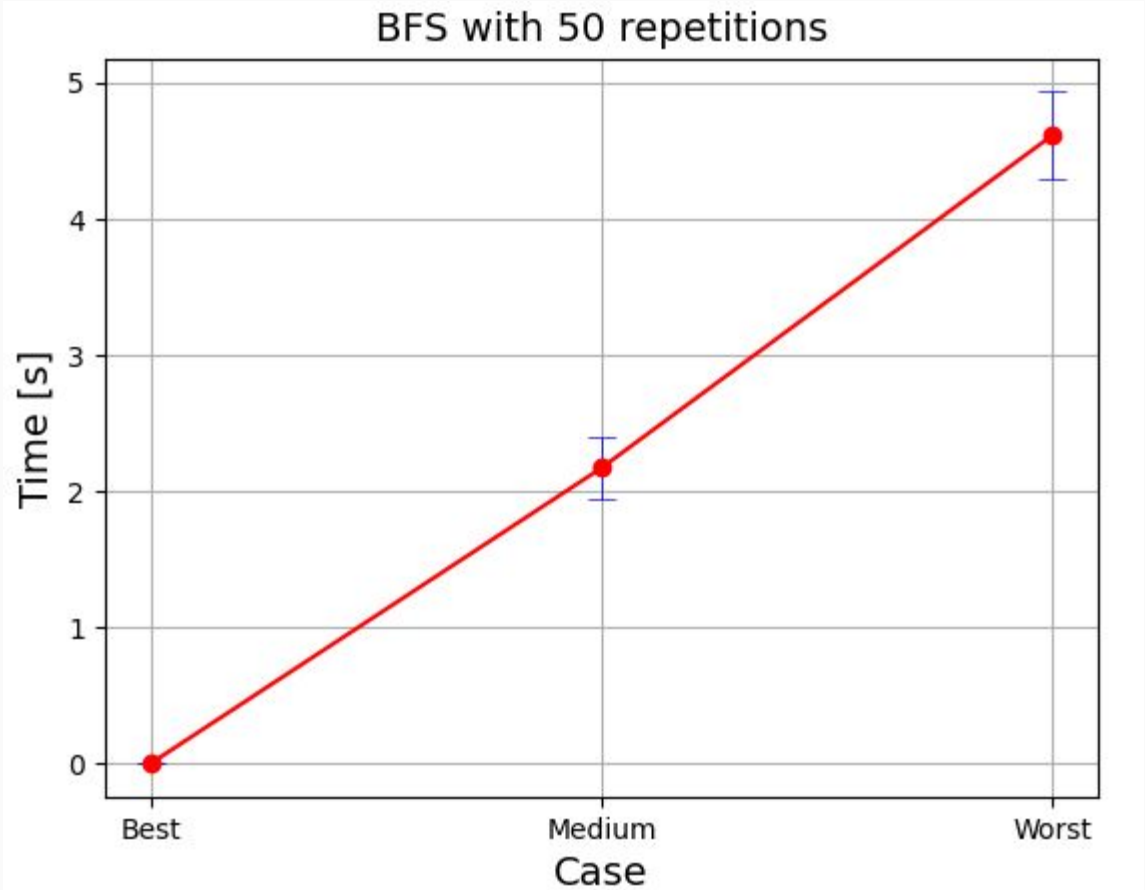


Breadth First Search

Best case: $3e-04 \pm 5e-05$ s

Medium case: 2.2 ± 0.22 s

Worst case: 4.6 ± 0.31 s



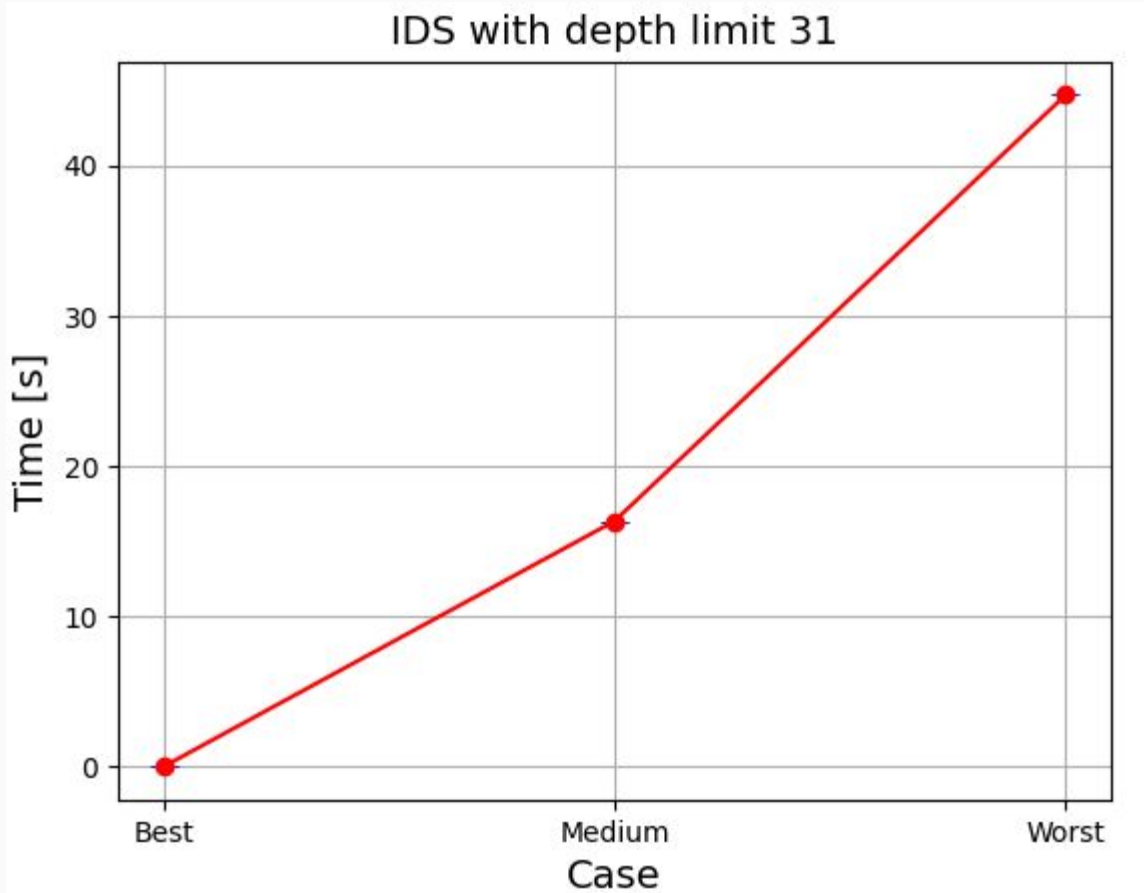
Iterative Depth Search

Se tomó 1 muestra por
límites de tiempo

Best case: 4.1e-04 s

Medium case: 16.35 s

Worst case: 44.73 s



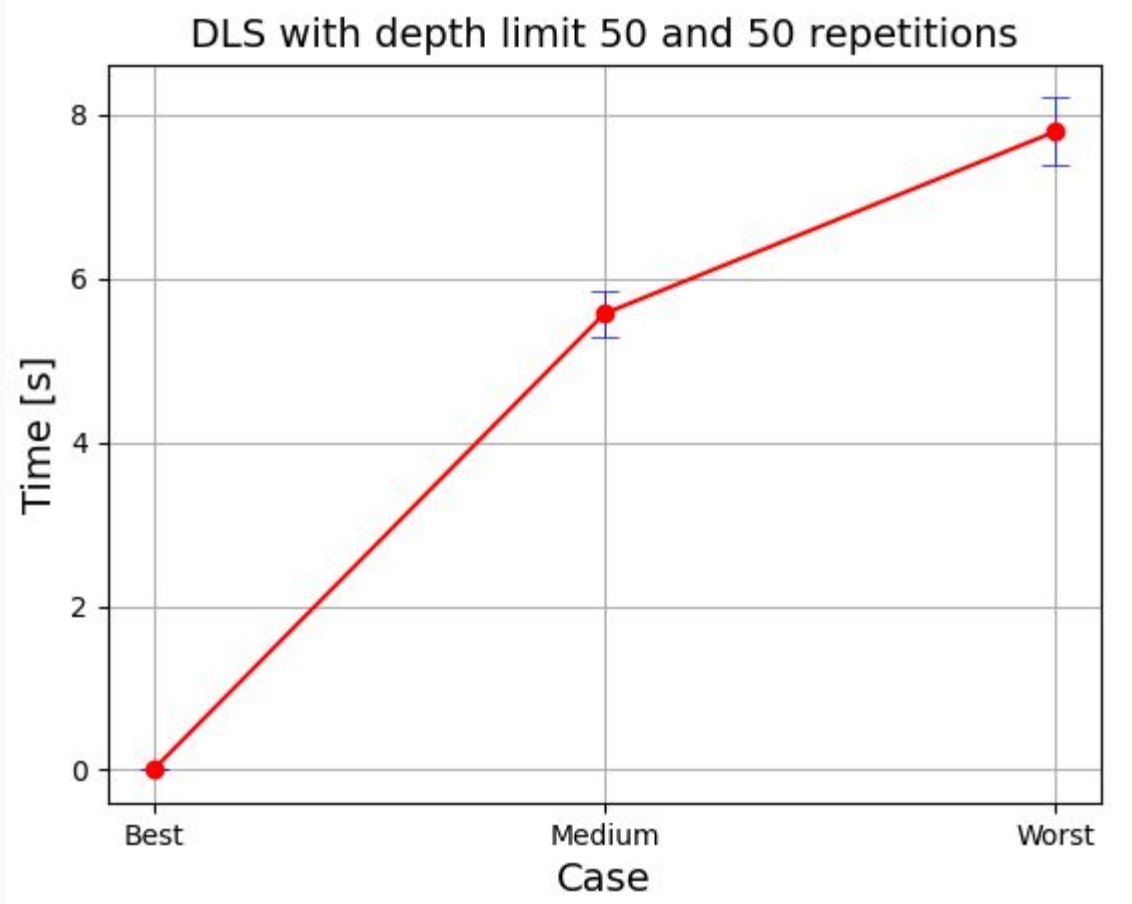
Depth Limited Search

Límite = 50

Best case: $5e-05 \pm 7e-06$ s

Medium case: 5.57 ± 0.28 s

Worst case: 7.8 ± 0.4 s



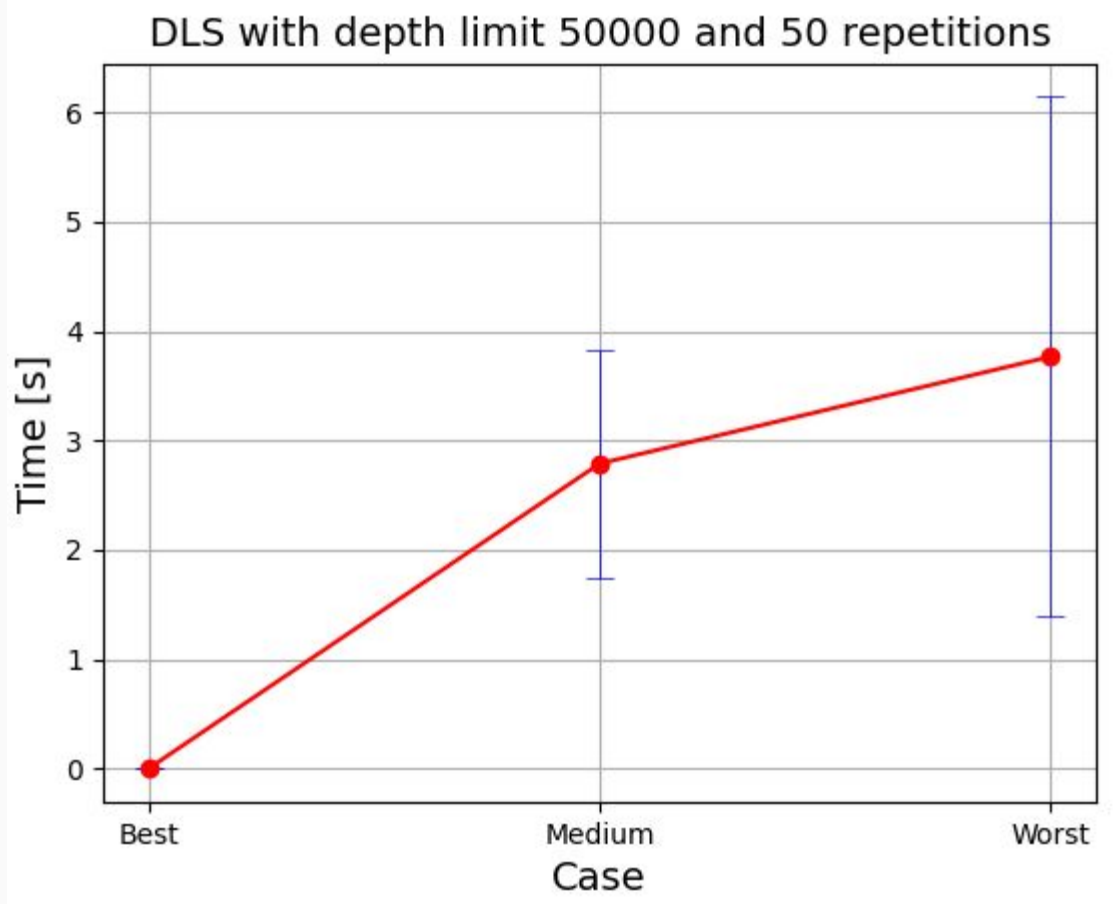
Depth Limited Search

Límite = 50.000

Best case: $4.78e-05 \pm 9e-06$ s

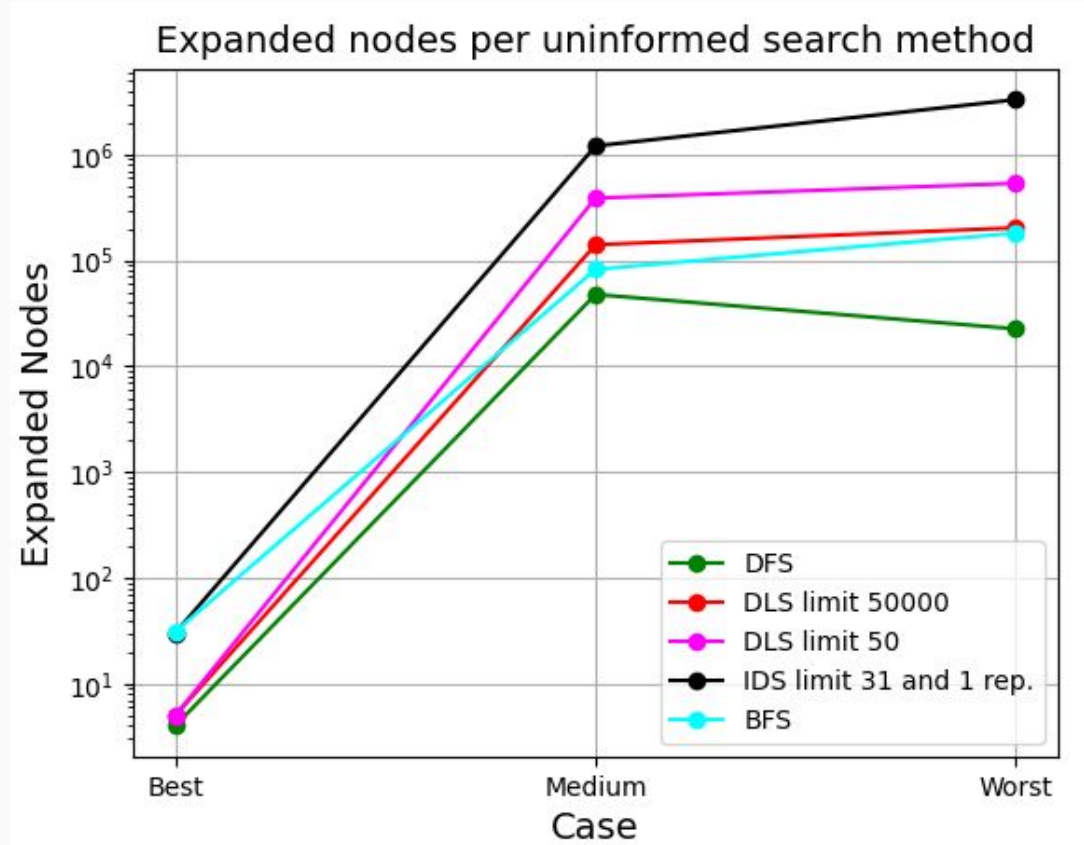
Medium case: 2.8 ± 1 s

Worst case: 3.8 ± 2.3 s



Métodos desinformados

Nodos explorados por método



Métodos desinformados

Nodos explorados por método

	Best Case	Medium Case	Worst Case
DFS	4	47591	22529
BFS	31	82277	181439
DLS (límite = 50)	5	387286	534442
DLS (límite = 50000)	5	140413	203018
IDS	30	1203851	3297586

Conclusiones métodos no informados

- Dependiendo el algoritmo el peor caso puede obtenerse en menor tiempo que el intermedio
- Elegir el límite de altura adecuado es un tradeoff entre complejidad temporal y espacial
- El orden de las acciones importa

Heurísticas admisibles

Heurística 1

Suma de distancias Manhattan

Suma de las distancias Manhattan de cada bloque a su posición correcta

8 ₊₁	6 ₊₁	7 ₊₁
2	5	4 ₊₁
3		1

Demostración (idea)

- Supongamos que la heurística es inadmisibile, por ende existe una heurística que permite llevar el bloque a su respectiva posición en menos movimientos que la distancia Manhattan, lo cual es absurdo dado que, suponiendo el mejor escenario, el bloque estará en su respectiva posición o a un bloque de distancia (con el bloque vacío en su respectiva posición) donde la cantidad de movimientos coincide con la distancia Manhattan.
- Por otro lado, si la distancia Manhattan es mayor a 1, entonces el camino ideal es el libre, que es inexistente.
- Por lo tanto, la heurística es admisible.

Heurística 2

Suma de distancias euclídeas

Suma de las distancias euclídeas de cada bloque a su posición correcta

8	6	7
2	5	4
3		1

Heurística 3

Bloques en posiciones incorrectas

Suma la cantidad de bloques que no se encuentran en su posición

1	2	3
4	5	
7	8	6 ₊₁

Heurísticas no admisibles

Heurística 1

Suma de posiciones visitadas

- Suma de las posiciones visitadas por cada bloque hasta llegar a su posición correcta
- Se suman los valores de los bloques del estado solución
- Sigue el camino determinado por la distancia Manhattan
- Si puede recorrer la misma distancia determinada por la norma pero en distintos caminos, elige aquel con mayores valores de bloque

8	6	7
2 ₊₄	5	
3 ₊₇	1 ₊₈	4

1	2	3
4	5	<div>+6</div>
7	8	6

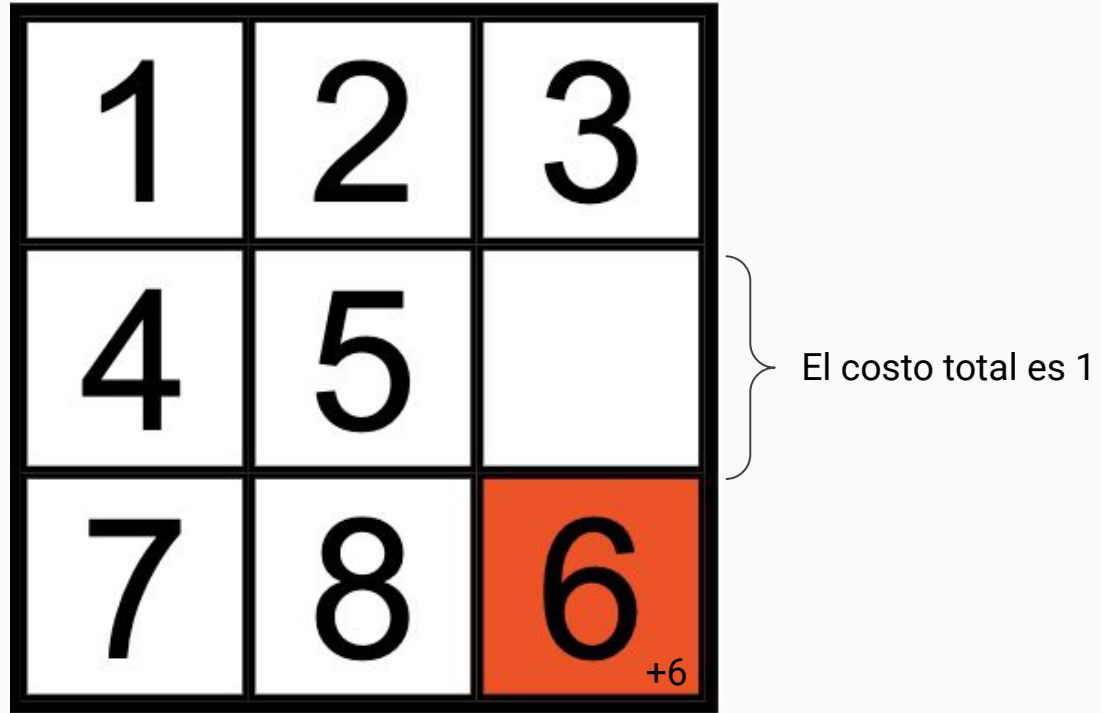
El costo total es 1

Heurística 2

Suma de valores de bloques en posiciones incorrectas

Suma el valor de los bloques que no se encuentran en su posición

1	2	3
4	5	
7	8	6 ₊₆



Métodos informados

- LHS (Local Heuristic Search)
- GHS (Global Heuristic Search)
- A_STAR (A* Search)

Benchmarks

Métodos informados

Parámetros elegidos

- **Tamaño de la grilla: 3x3**
- **Cantidad de muestras por método: 50**
- **Estados iniciales elegidos**

Best case

	1	2
4	5	3
7	8	6

Sol. óptima: 4 pasos

Medium case

2	7	1
3		8
6	5	4

Sol. óptima: 22 pasos

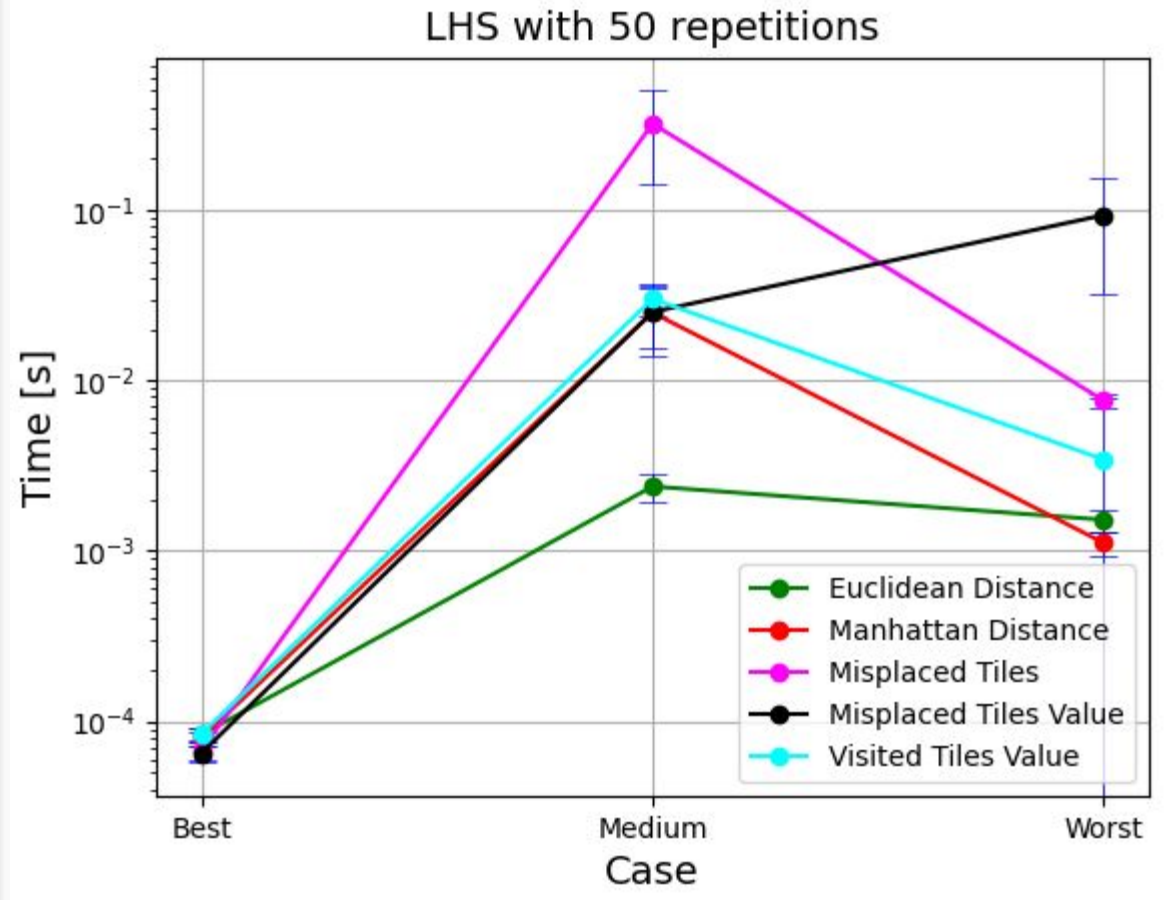
Worst case

8	6	7
2	5	4
3		1

Sol. óptima: 31 pasos

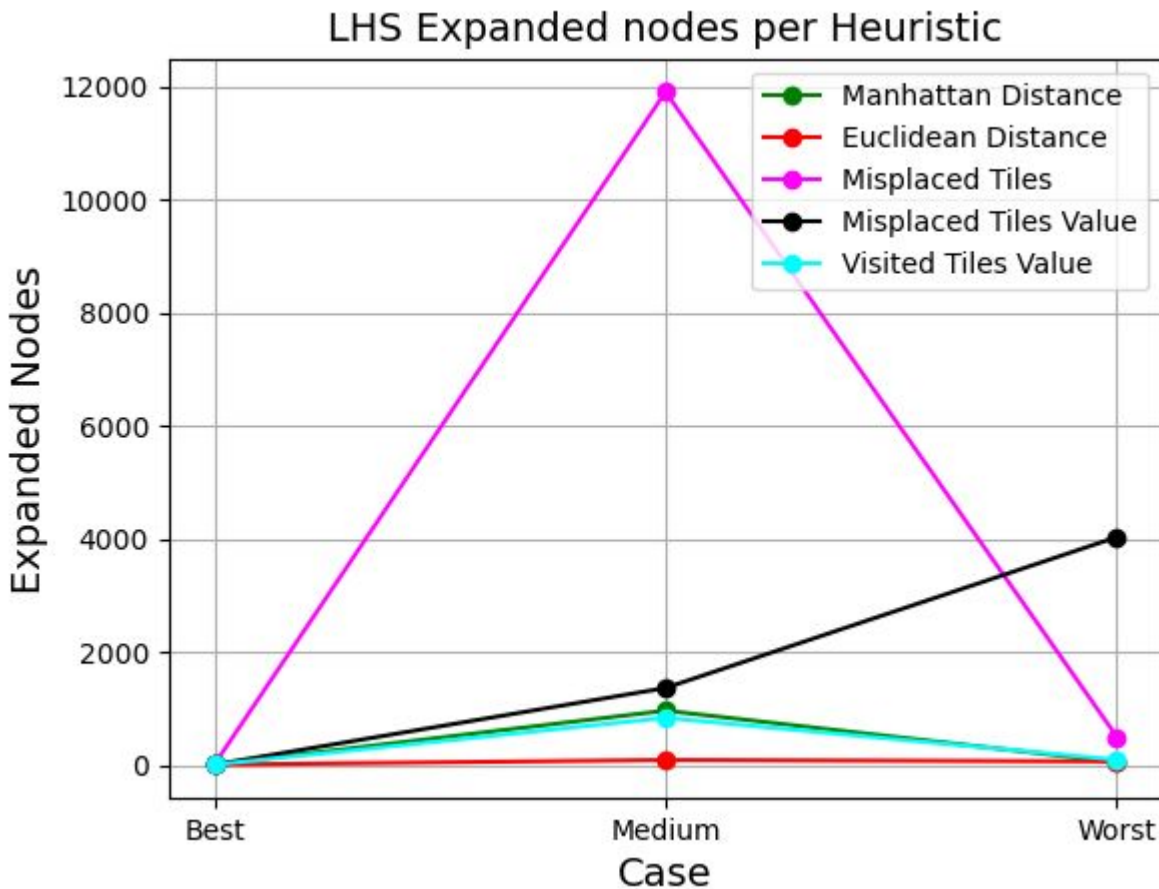
Local Heuristic Search

Tiempo de ejecución



Local Heuristic Search

Nodos expandidos por heurística



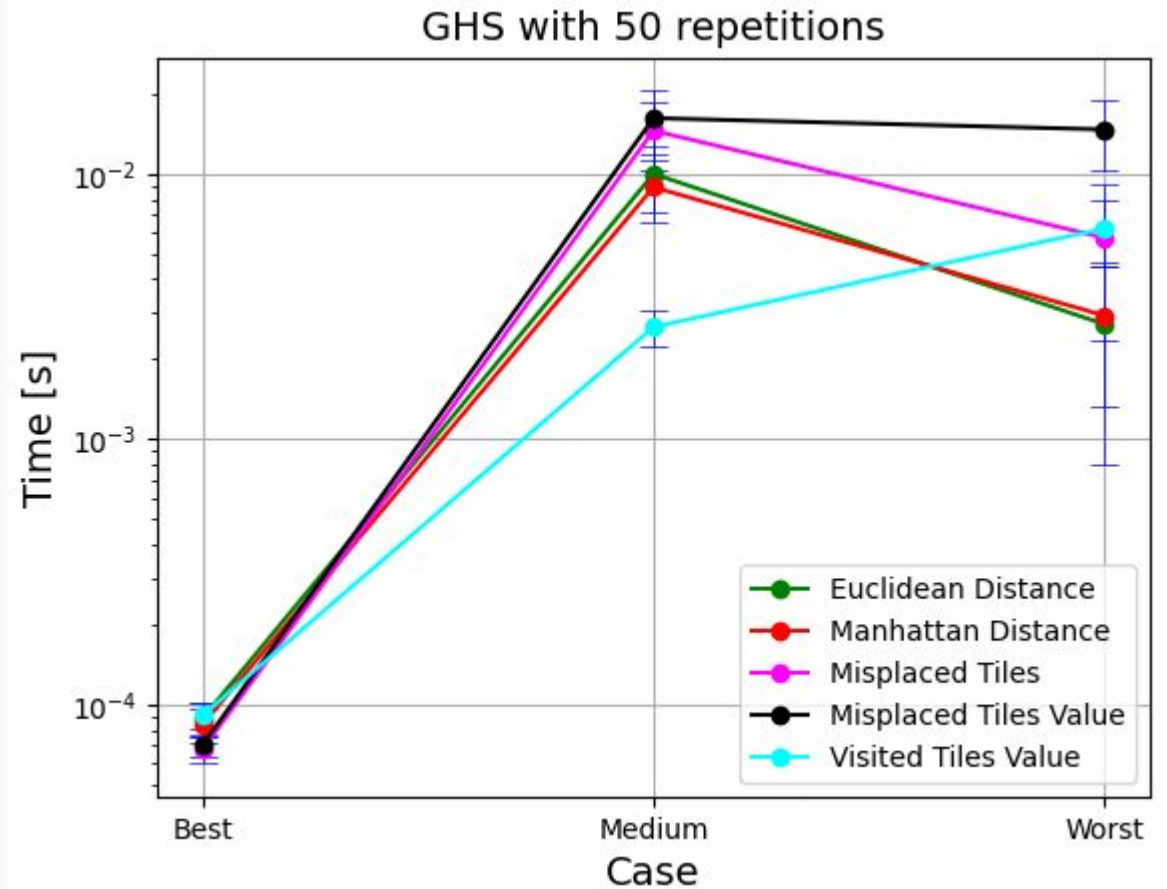
Local Heuristic Search

Nodos expandidos por heurística

	Best Case	Medium Case	Worst Case
Manhattan	5	960	48
Euclidean	5	87	62
Misplaced tiles	5	11904	497
Misplaced tiles values	5	1361	4030
Visited values	5	834	92

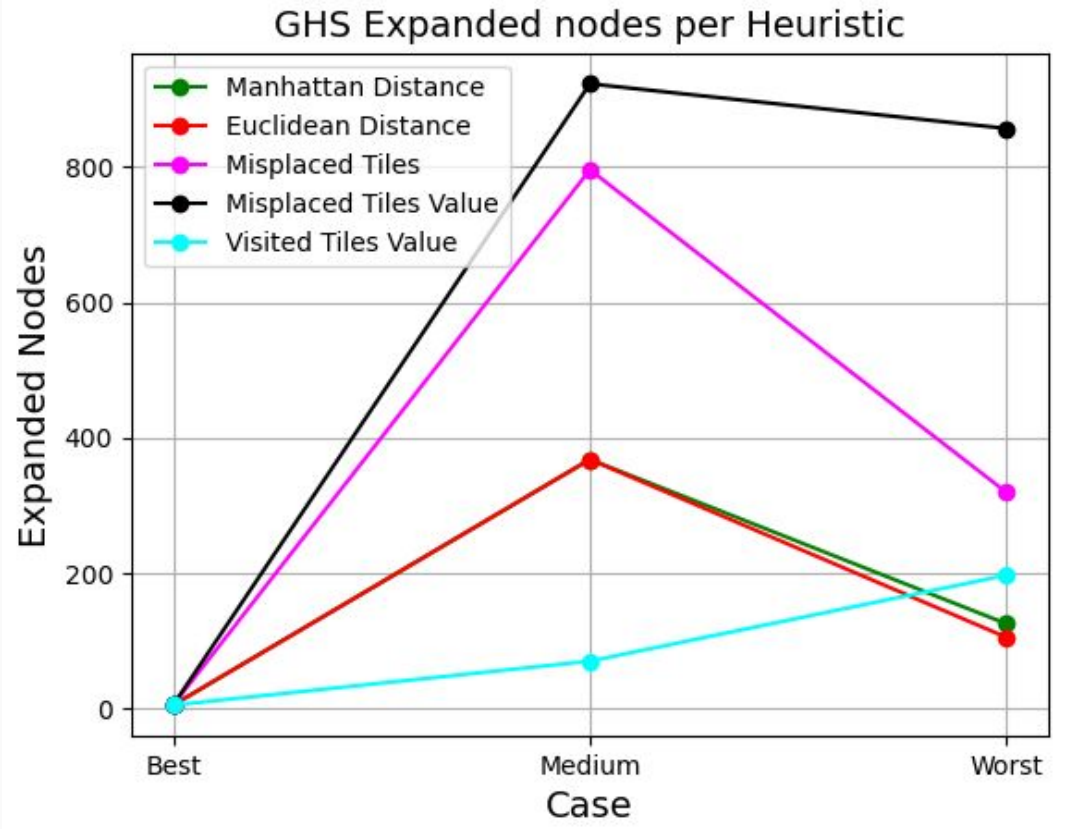
Global Heuristic Search

Tiempo de ejecución



Global Heuristic Search

Nodos expandidos por heurística



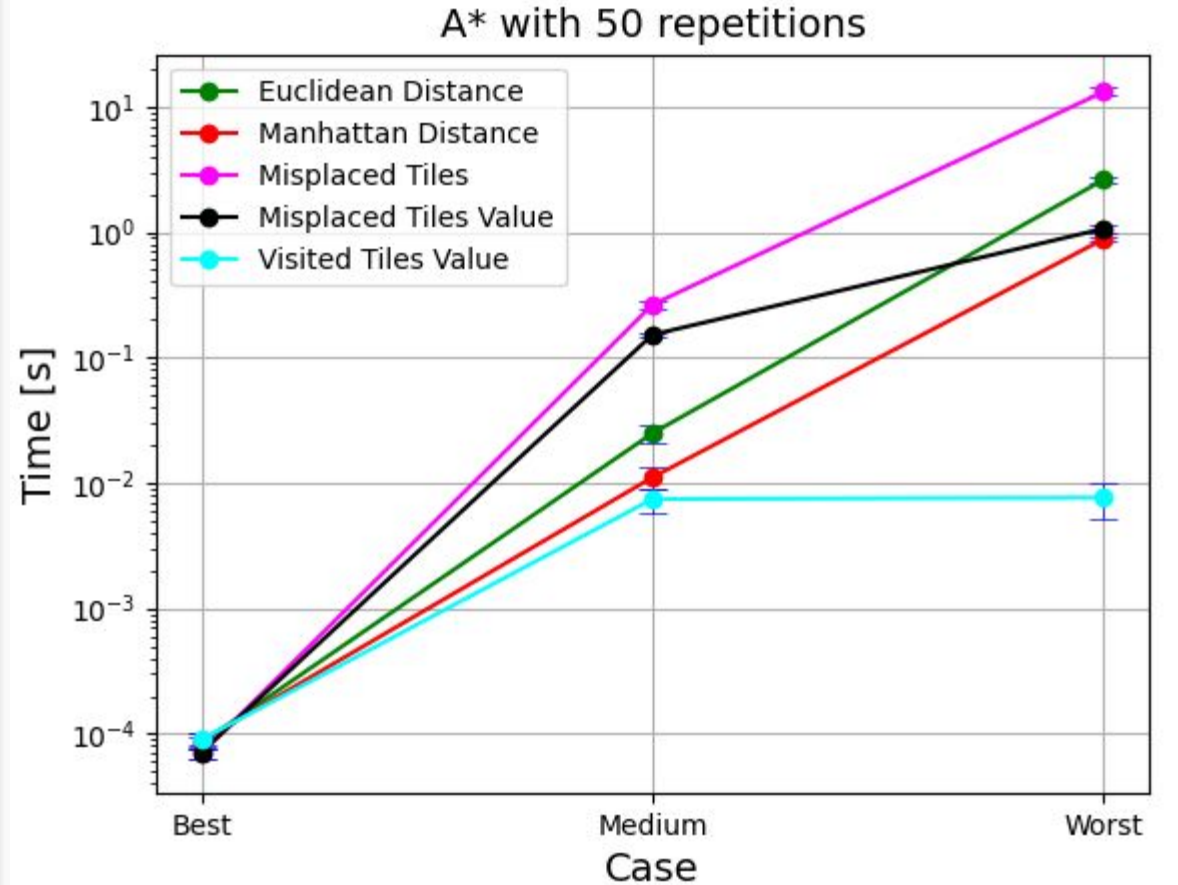
Global Heuristic Search

Nodos expandidos por heurística

	Best Case	Medium Case	Worst Case
Manhattan	5	368	125
Euclidean	5	368	105
Misplaced tiles	5	796	319
Misplaced tiles values	5	923	857
Visited values	5	70	197

A* Search

Tiempo de ejecución



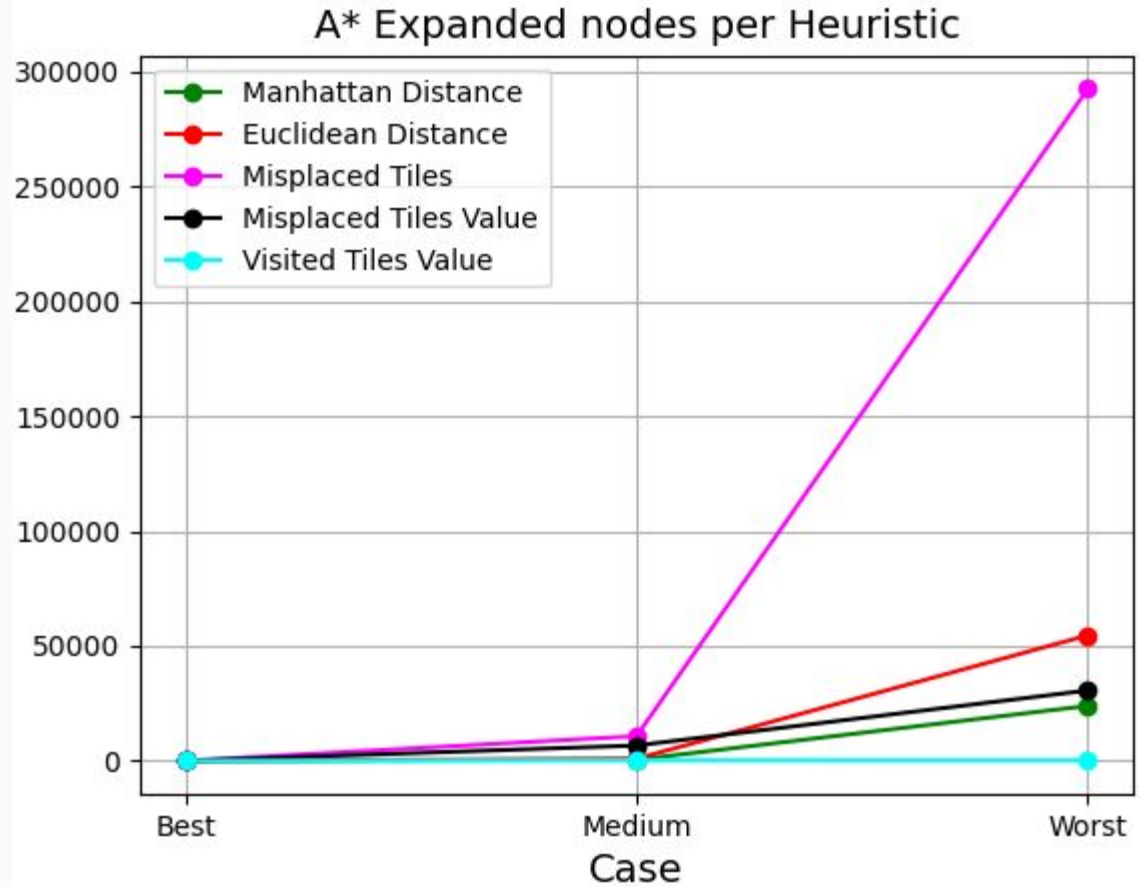
A* Search

Tiempo de ejecución

	Best Case	Medium Case	Worst Case
Manhattan	$8e-05 \pm 1e-05$	$0.011 \pm 0.002 \text{ s}$	$0.882 \pm 0.045 \text{ s}$
Euclidean	$8.4e-05 \pm 8e-06$	$0.0249 \pm 0.0038 \text{ s}$	$2.618 \pm 0.137 \text{ s}$
Misplaced tiles	$6.936e-05 \pm 0.729e-05 \text{ s}$	$0.2641 \pm 0.0188 \text{ s}$	$13.16 \pm 0.96 \text{ s}$
Misplaced tiles values	$7.130e-05 \pm 0.776e-05 \text{ s}$	$0.152 \pm 0.007 \text{ s}$	$1.064 \pm 0.065 \text{ s}$
Visited values	$9e-05 \pm 1e-05 \text{ s}$	$0.007 \pm 0.001 \text{ s}$	$0.007 \pm 0.002 \text{ s}$

A* Search

Nodos expandidos por heurística



A* Search

Nodos expandidos por heurística

	Best Case	Medium Case	Worst Case
Manhattan	5	466	23921
Euclidean	5	905	54603
Misplaced tiles	5	10743	292435
Misplaced tiles values	5	6659	30617
Visited values	5	227	215

Conclusiones métodos informados

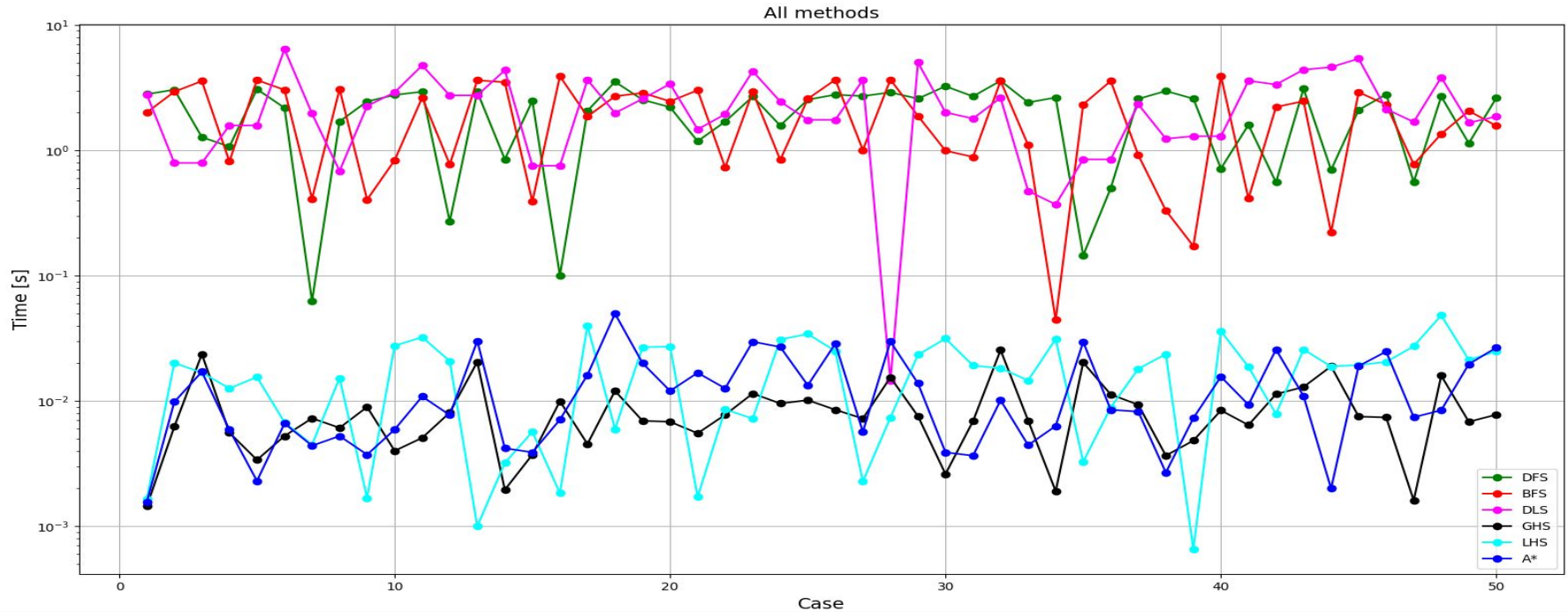
- La heurística tiene un peso significativo
- Una heurística admisible no implica que sea buena

Métodos no informados vs. Métodos informados

- Los informados reducen ampliamente la complejidad espacial y temporal

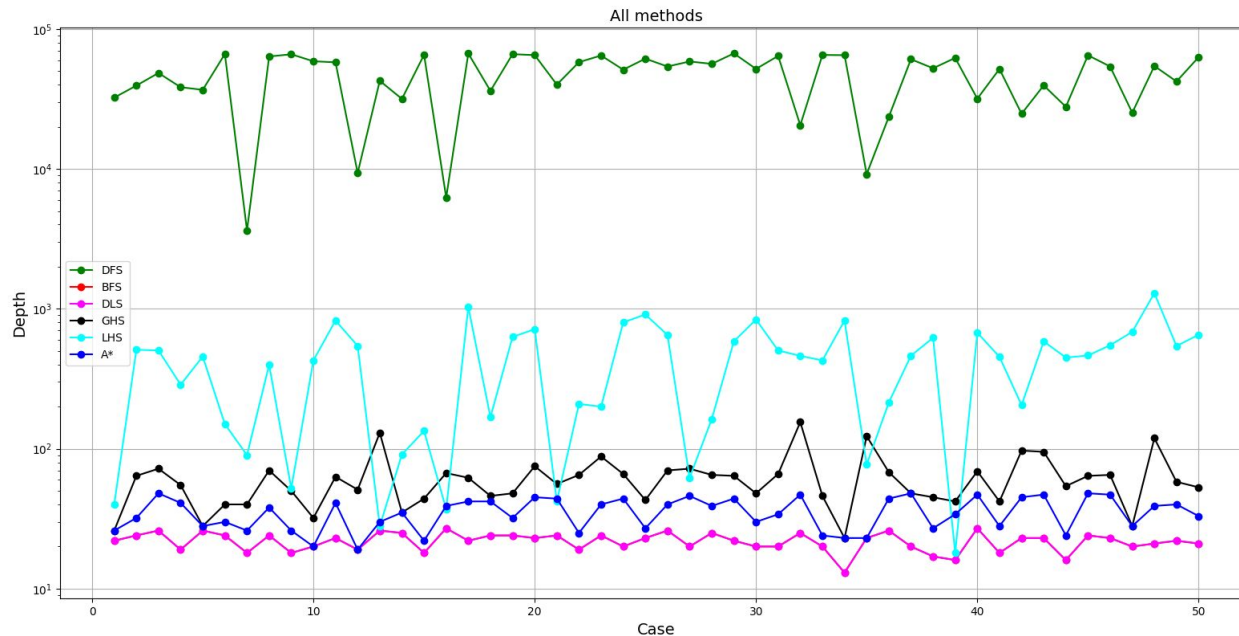
Tiempos de ejecución

para 50 estados iniciales aleatorios (1 muestra por método)



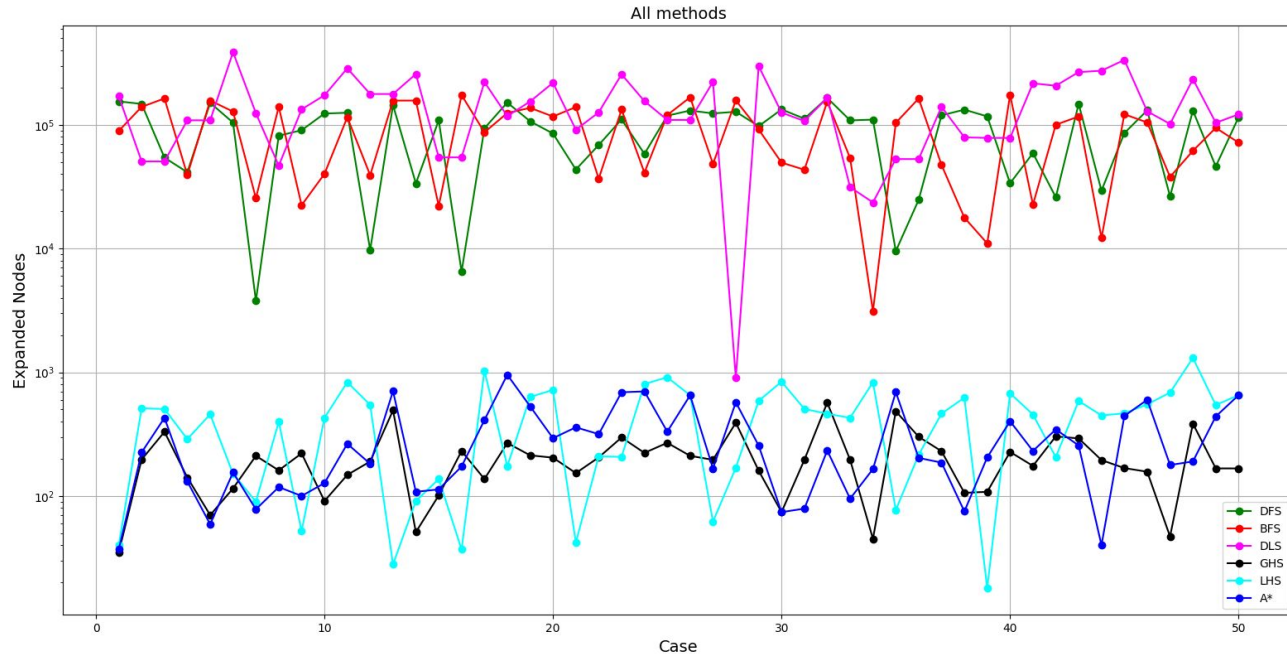
Profundidad de solución

para 50 estados iniciales aleatorios (1 muestra por método)



Cantidad de nodos expandidos

para 50 estados iniciales aleatorios (1 muestra por método)



Bibliografía

- Geeks For Geeks. How to check if an instance of 15 puzzle is solvable?
<https://www.geeksforgeeks.org/check-instance-15-puzzle-solvable/>
- Norvig, P., & Russell, S. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition (4th ed.). Pearson.