

Métodos de búsqueda para cubo de Rubik 2x2x2

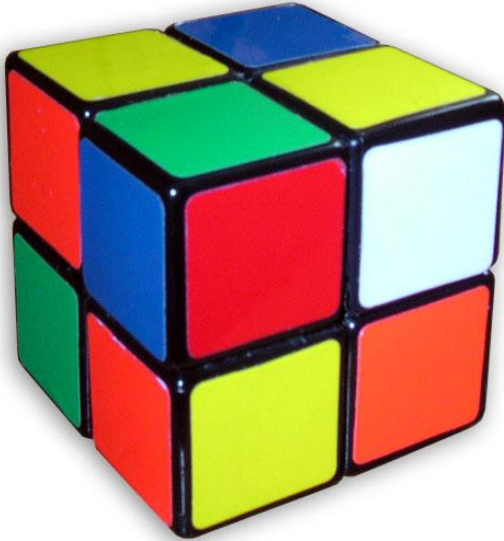
Gomez, Lucas

Volcovinsky, Bruno

Sartorio, Alan



Problema a resolver

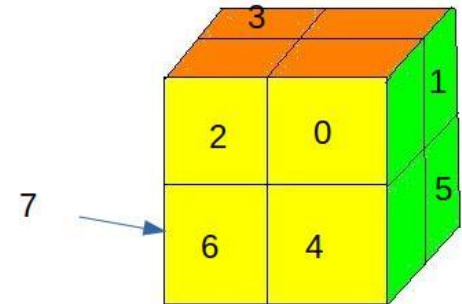
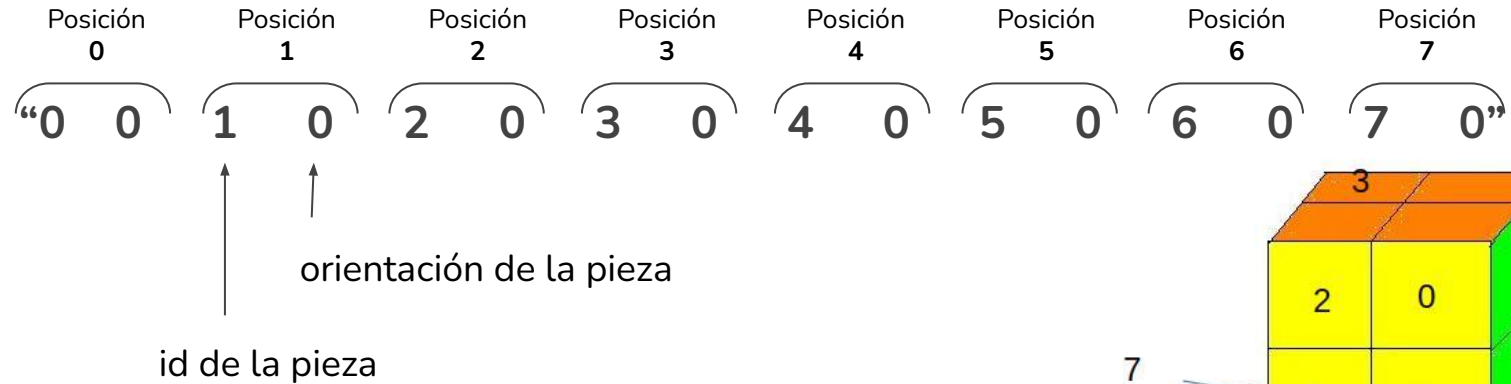


Búsqueda de soluciones al
Cubo de Rubik de 2x2x2
mediante algoritmos de
búsqueda.



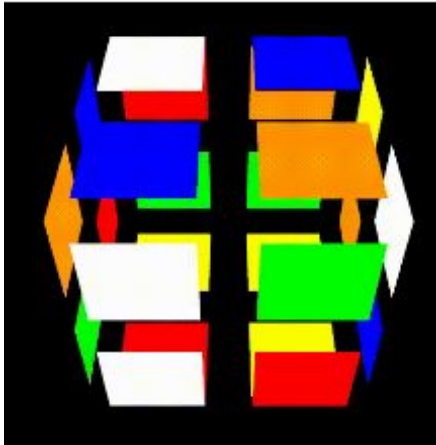
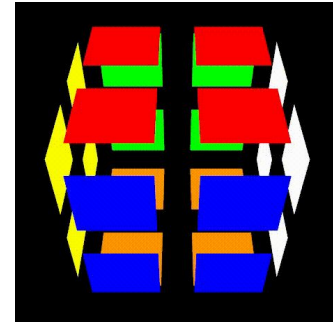
Modelo

Cada uno de los estados del cubo es representado mediante una cadena de 16 números los cuales indican 'id de la pieza - orientación de la misma'





Modelo

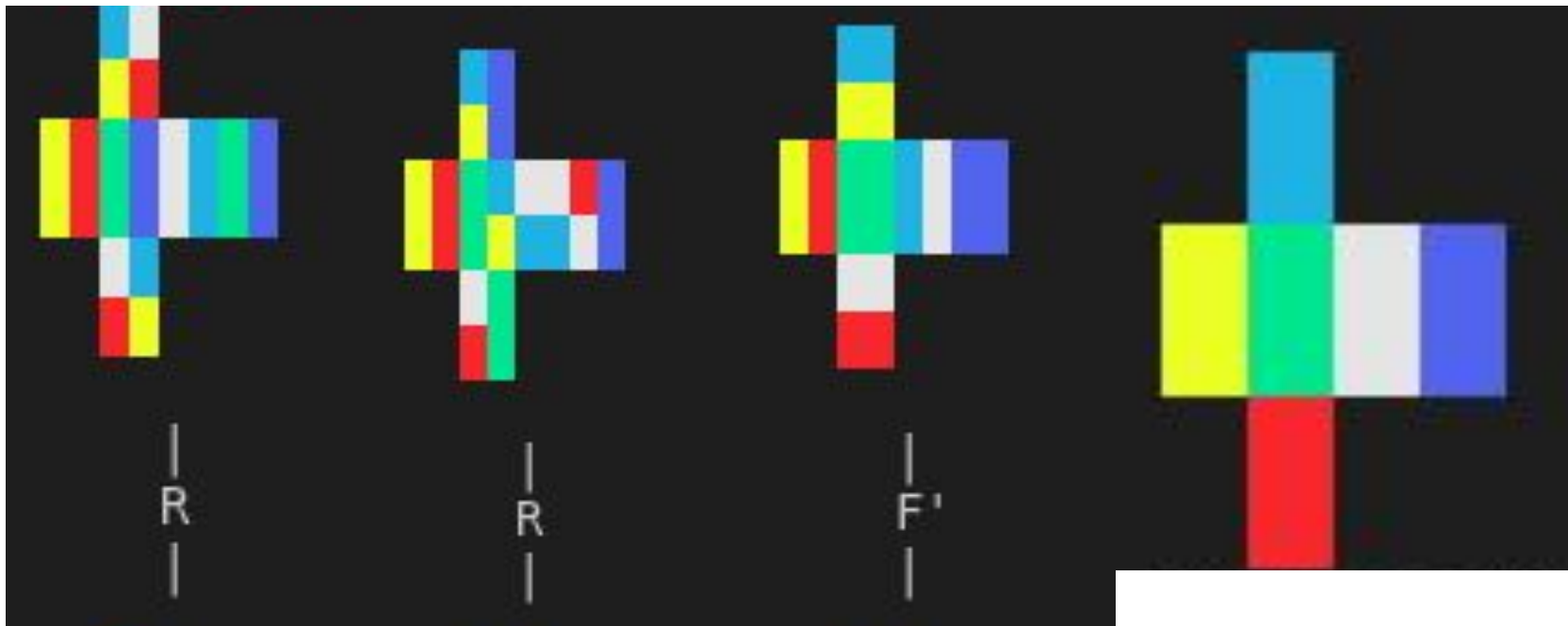


Identificación de las piezas del cubo

Visualizando el orden de los colores de cada una de las piezas se puede definir la orientación de las mismas (por ejemplo, asumiendo que el color naranja/rojo en una posición vertical es la orientación '0')



Output

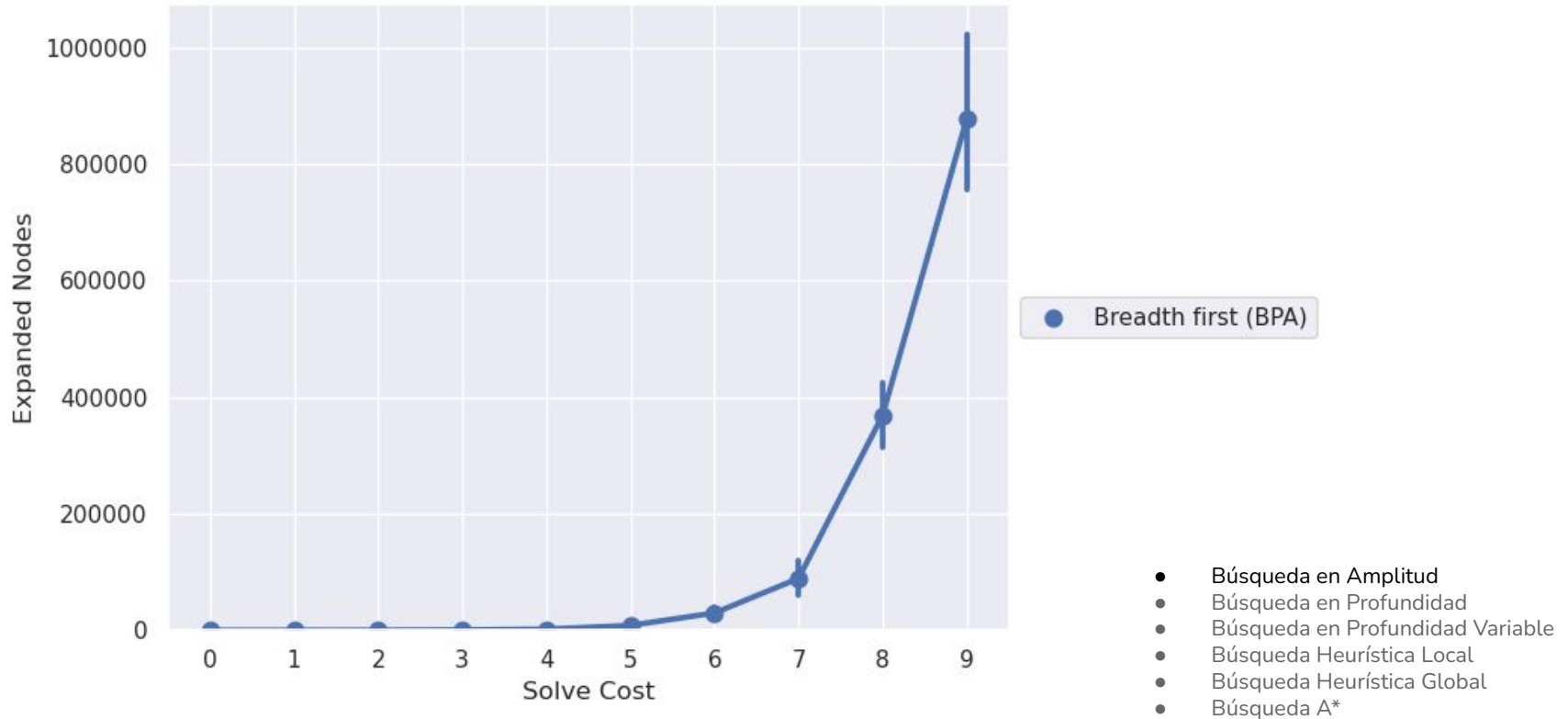




Búsqueda Primero en Amplitud

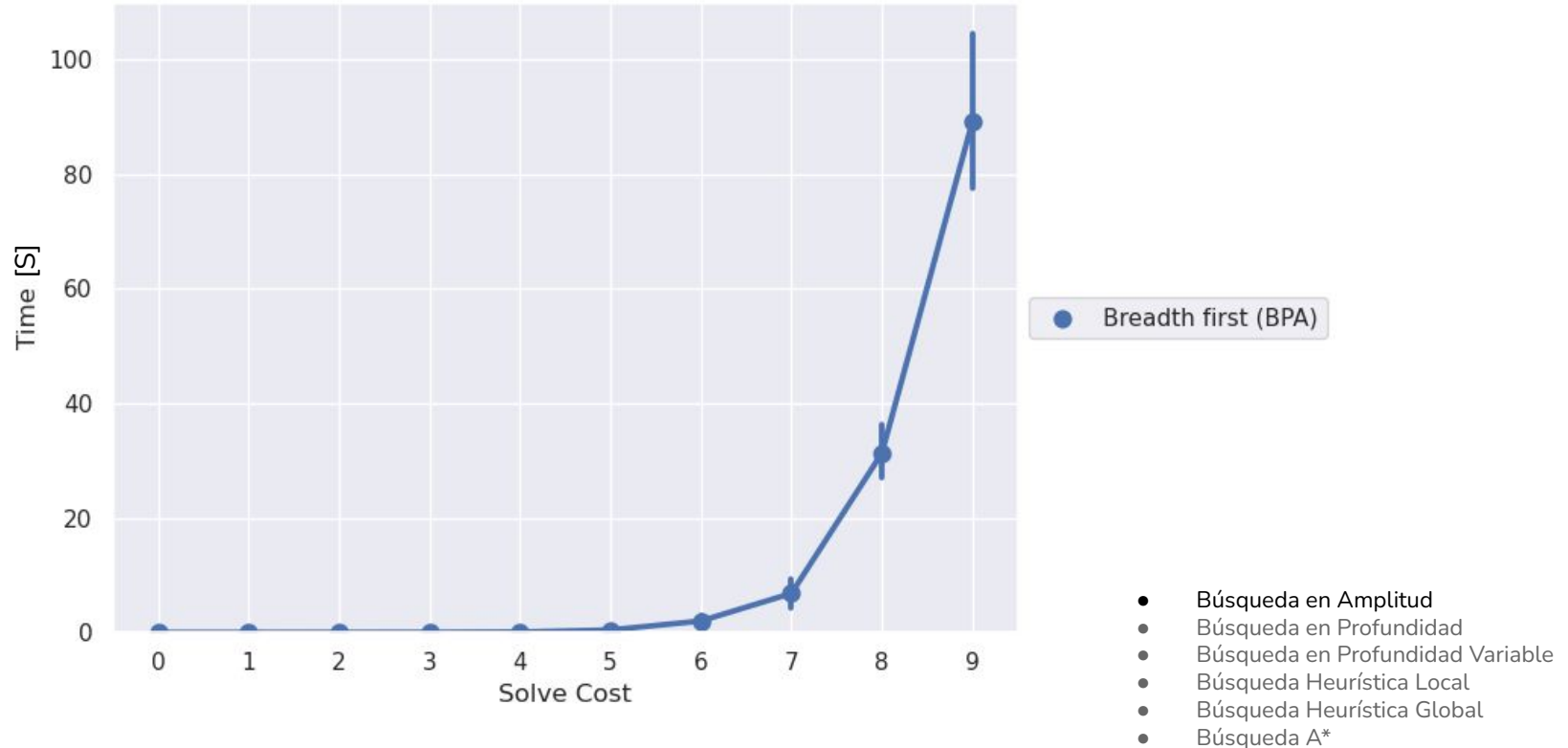
Búsqueda en amplitud

Nodos expandidos



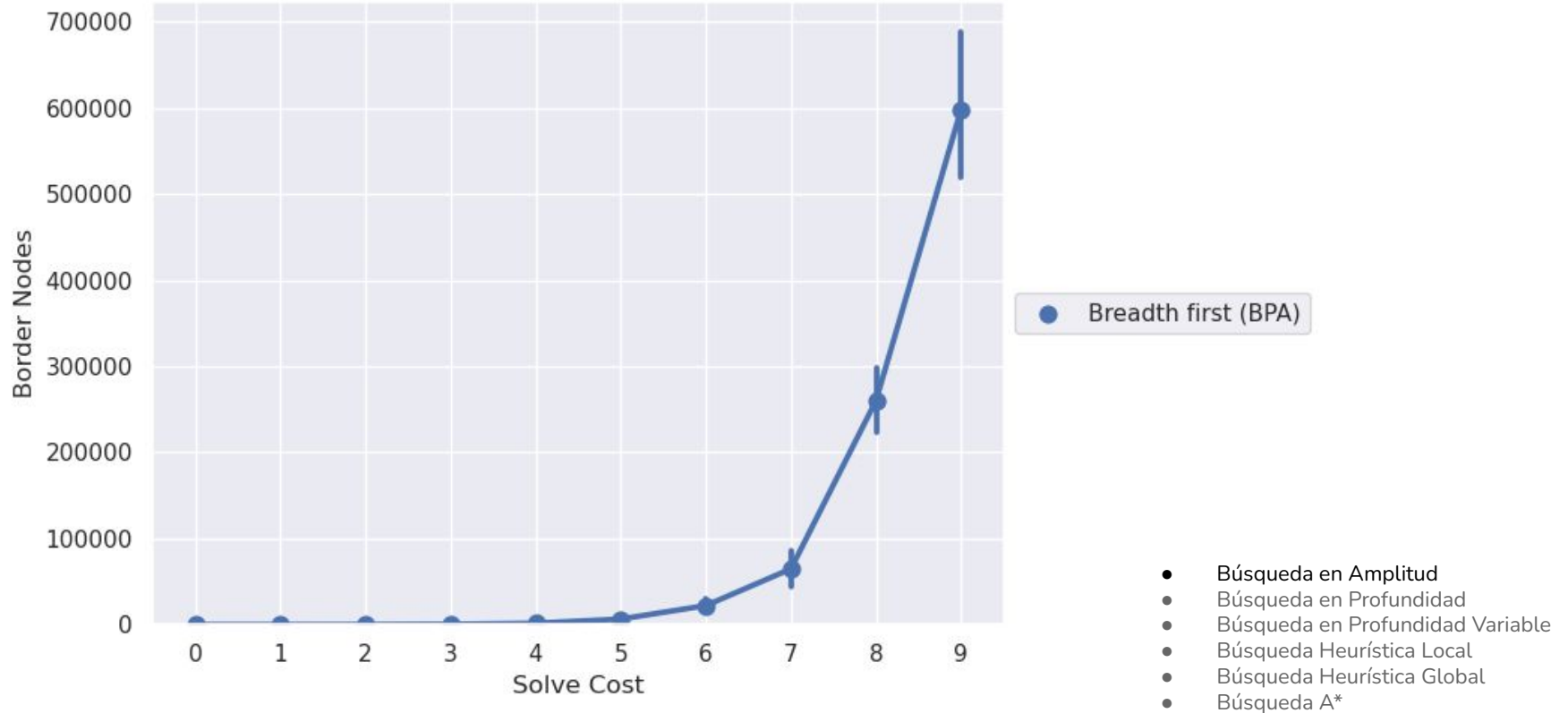
Búsqueda en amplitud

Tiempo de ejecución



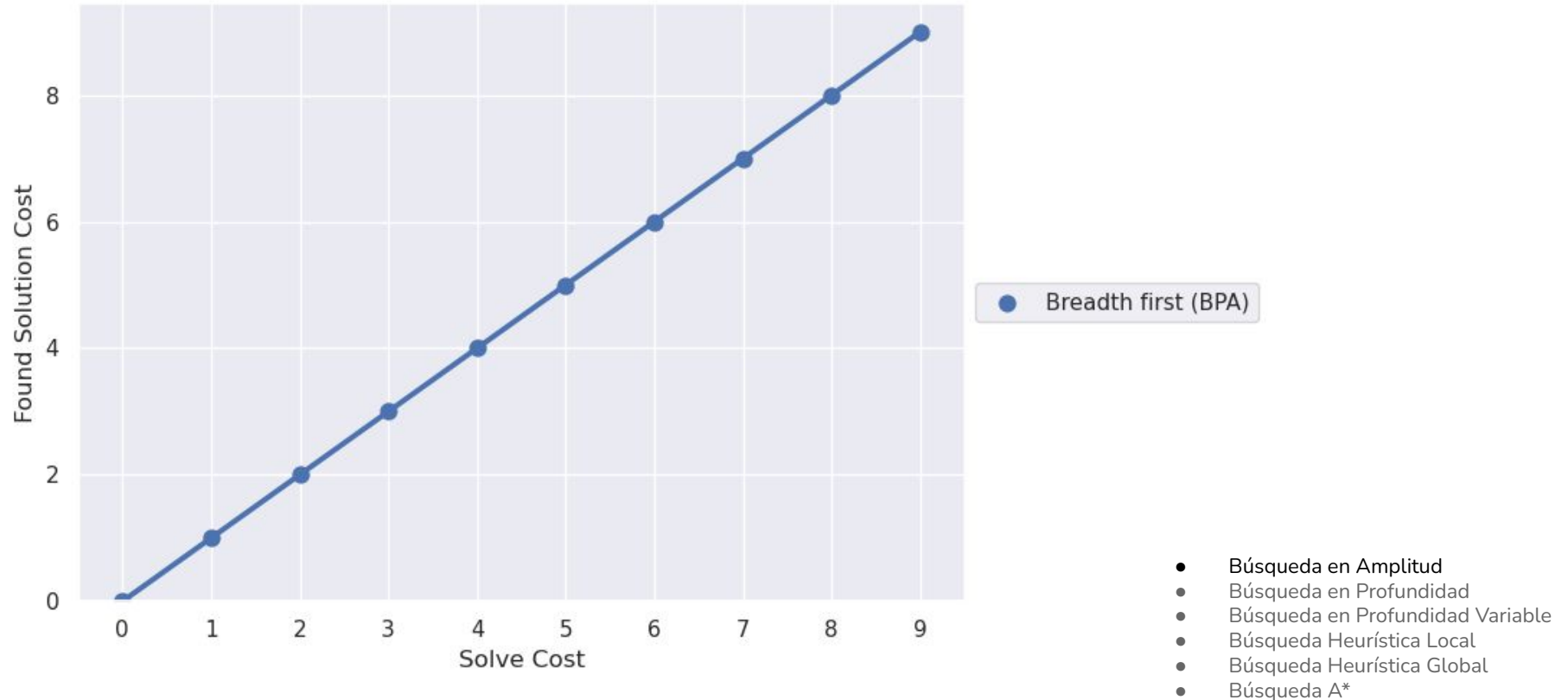
Búsqueda en amplitud

Nodos frontera



Búsqueda en amplitud

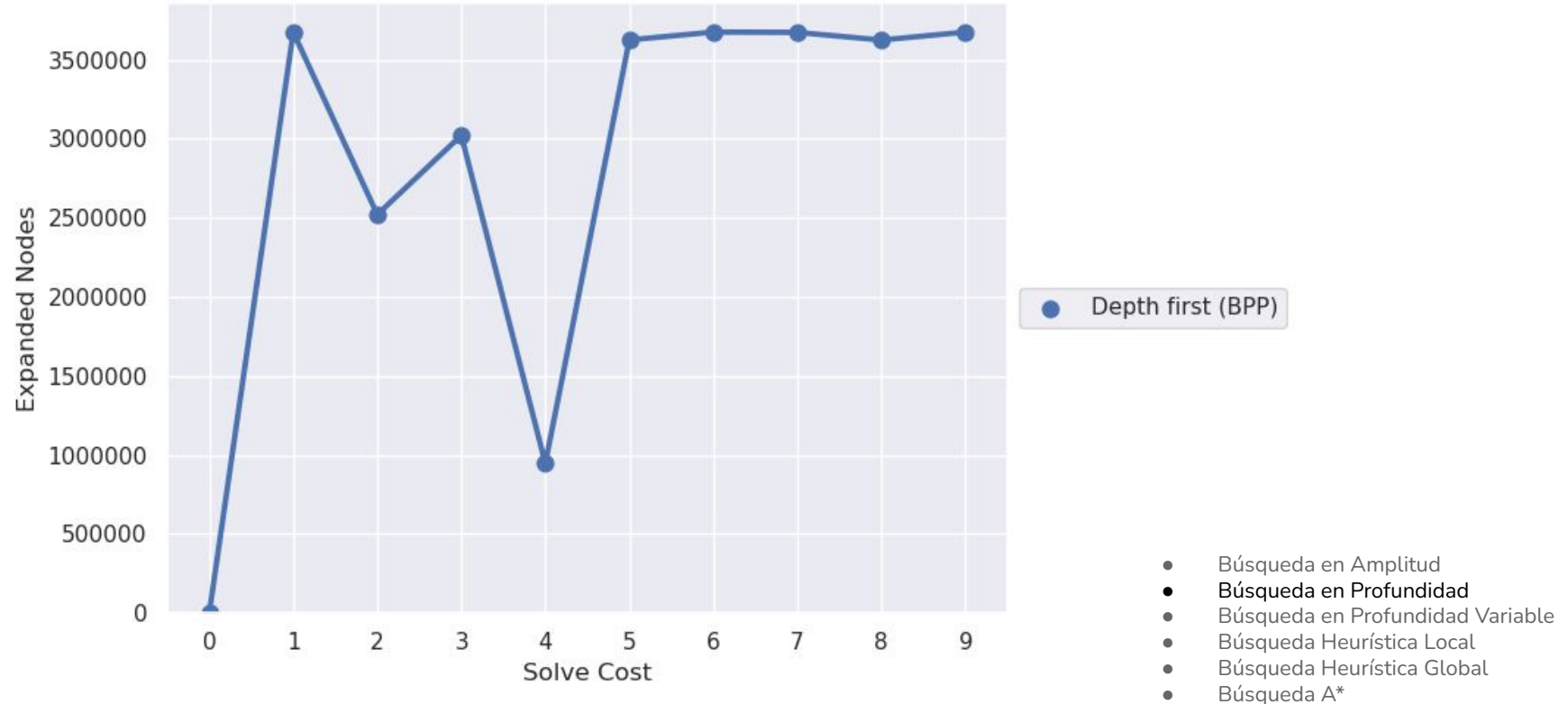
Coste



Búsqueda Primero en Profundidad

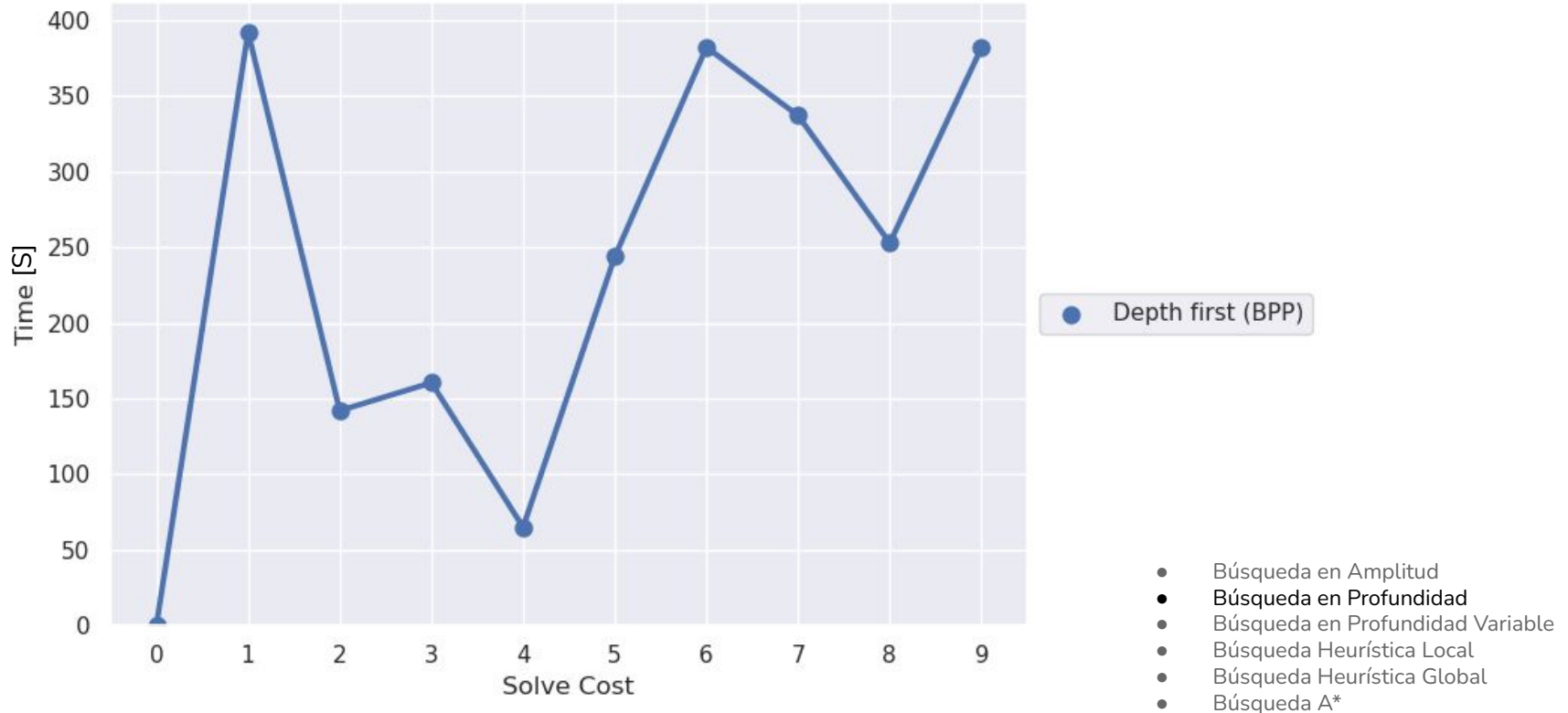
Búsqueda en profundidad

Nodos expandidos



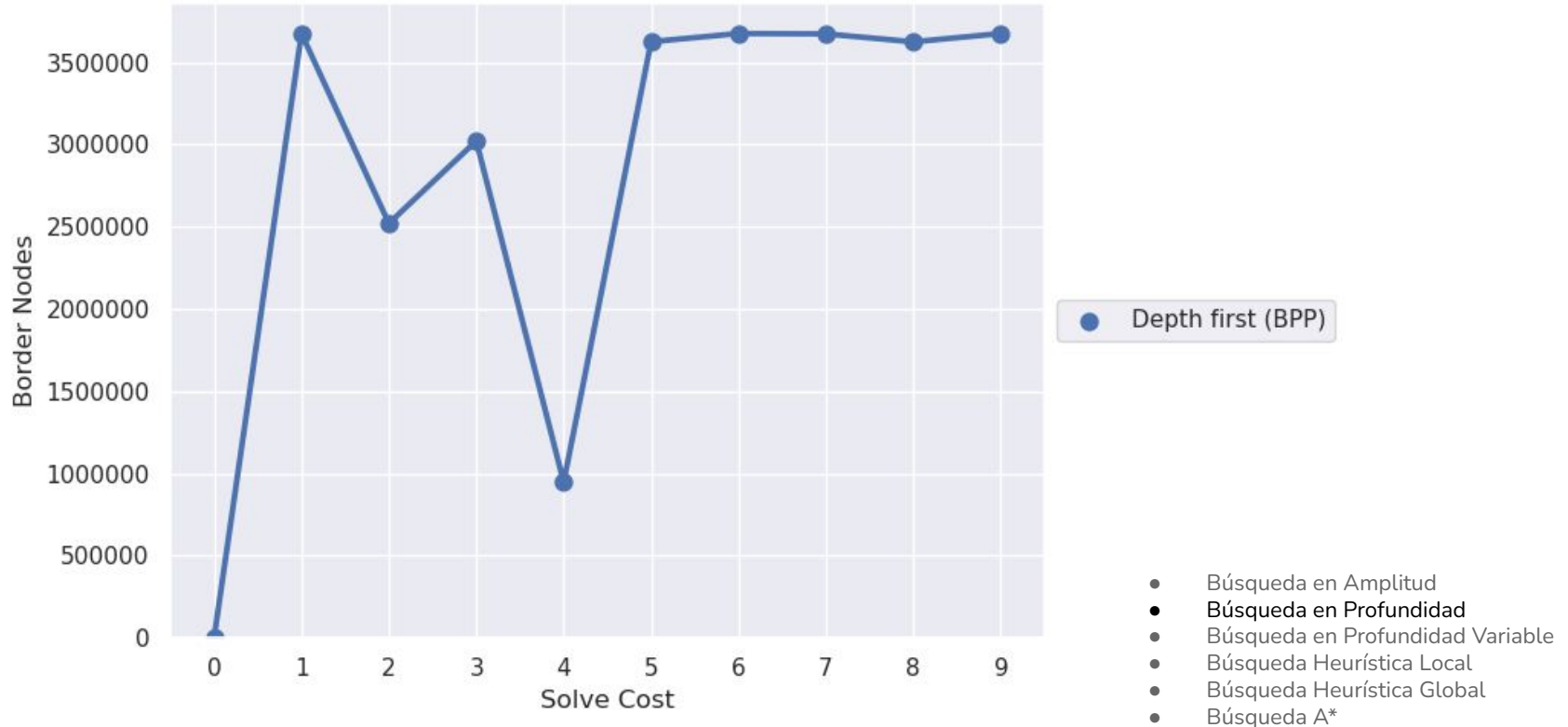
Búsqueda en profundidad

Tiempo de ejecución



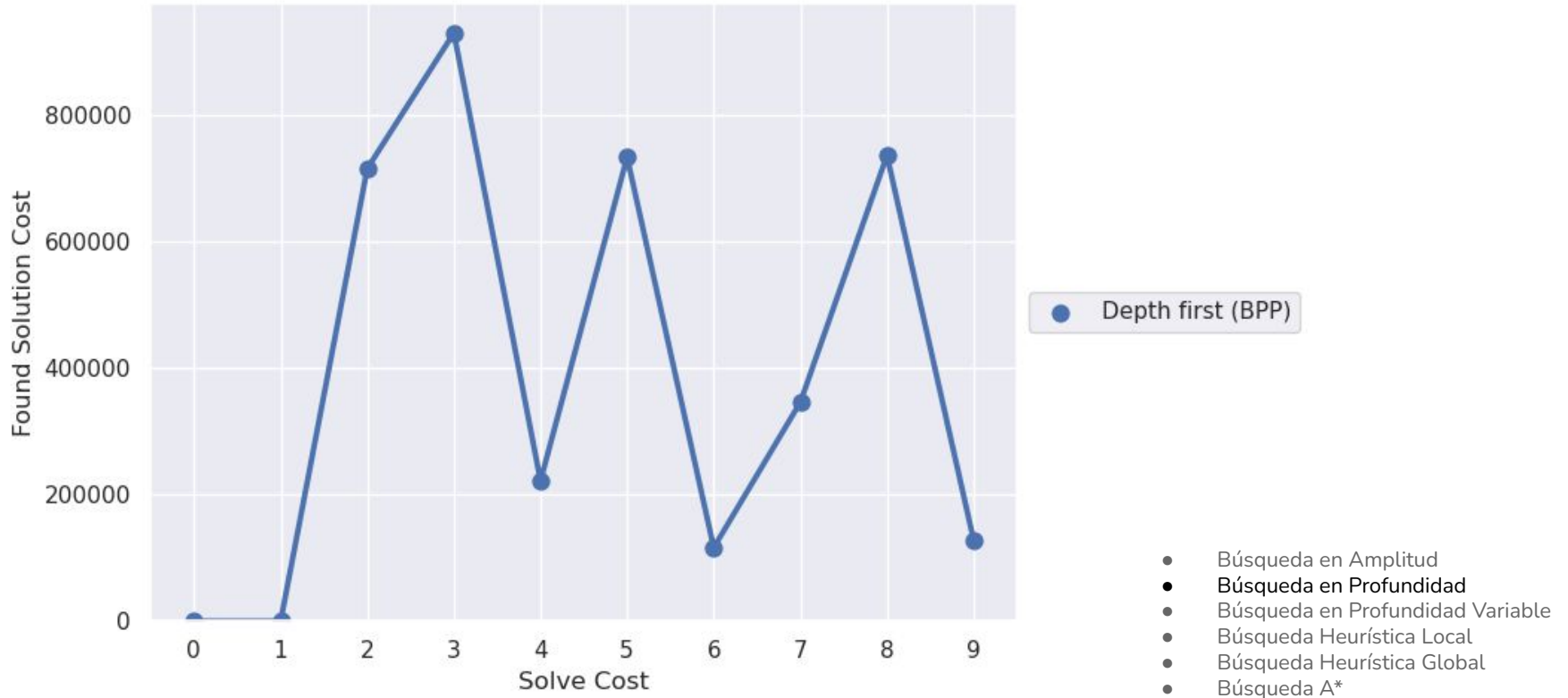
Búsqueda en profundidad

Nodos frontera



Búsqueda en profundidad

Coste

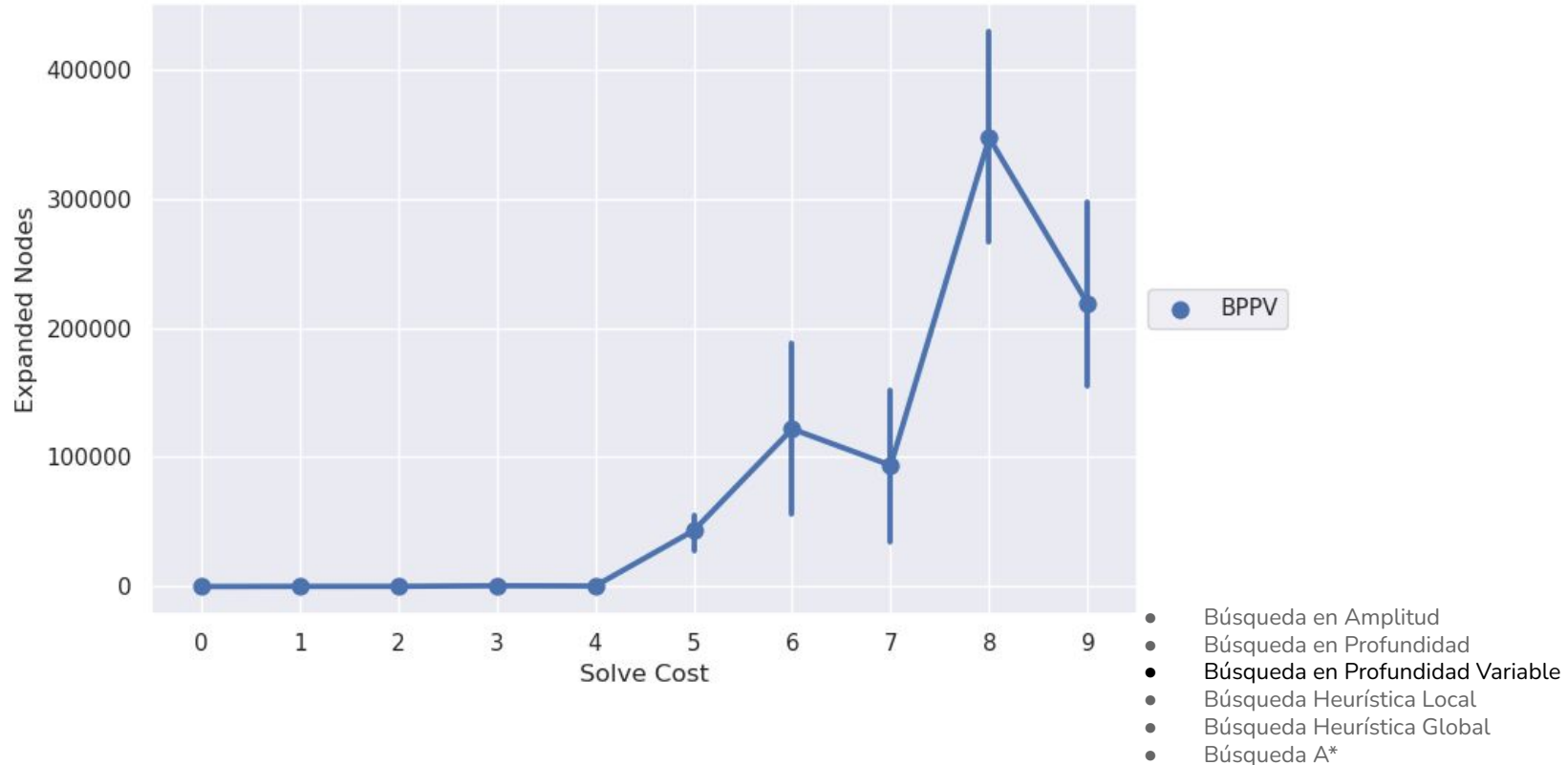


The background is a solid orange color. In the top-left corner, there are three vertical bars of varying heights, each composed of three overlapping circles. In the bottom-right corner, there are four vertical bars of increasing height, each also composed of three overlapping circles.

Búsqueda Primero en Profundidad Variable

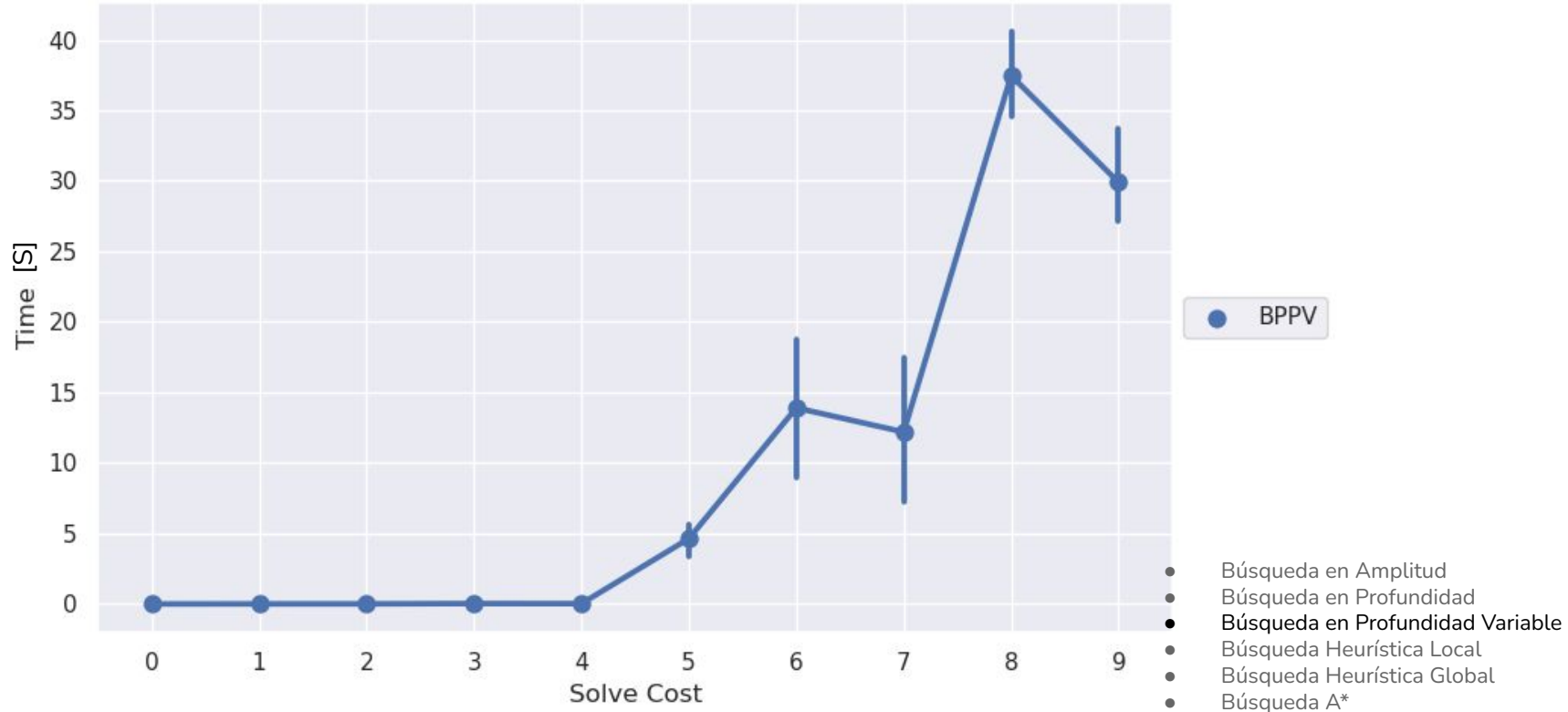
Búsqueda en profundidad variable

Nodos expandidos



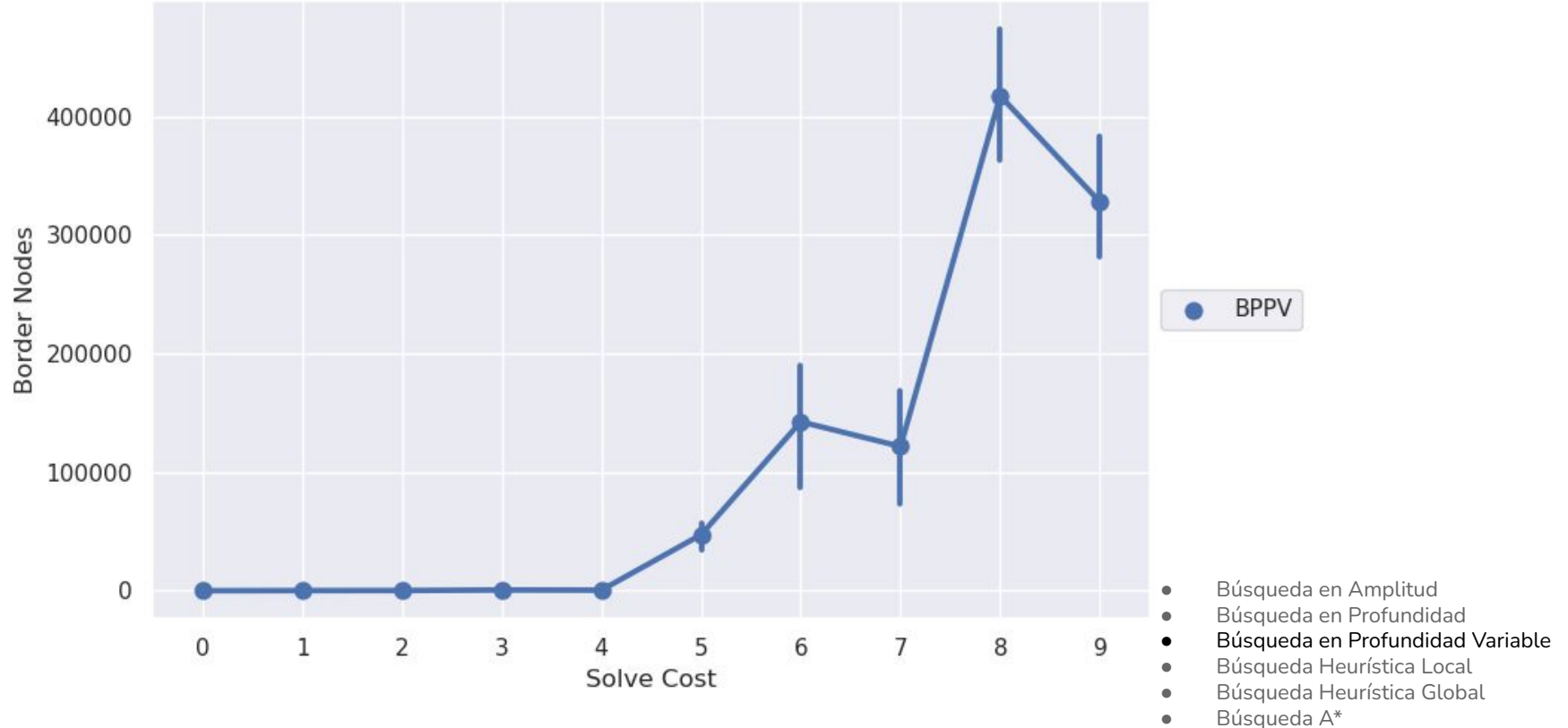
Búsqueda en profundidad variable

Tiempo de ejecución



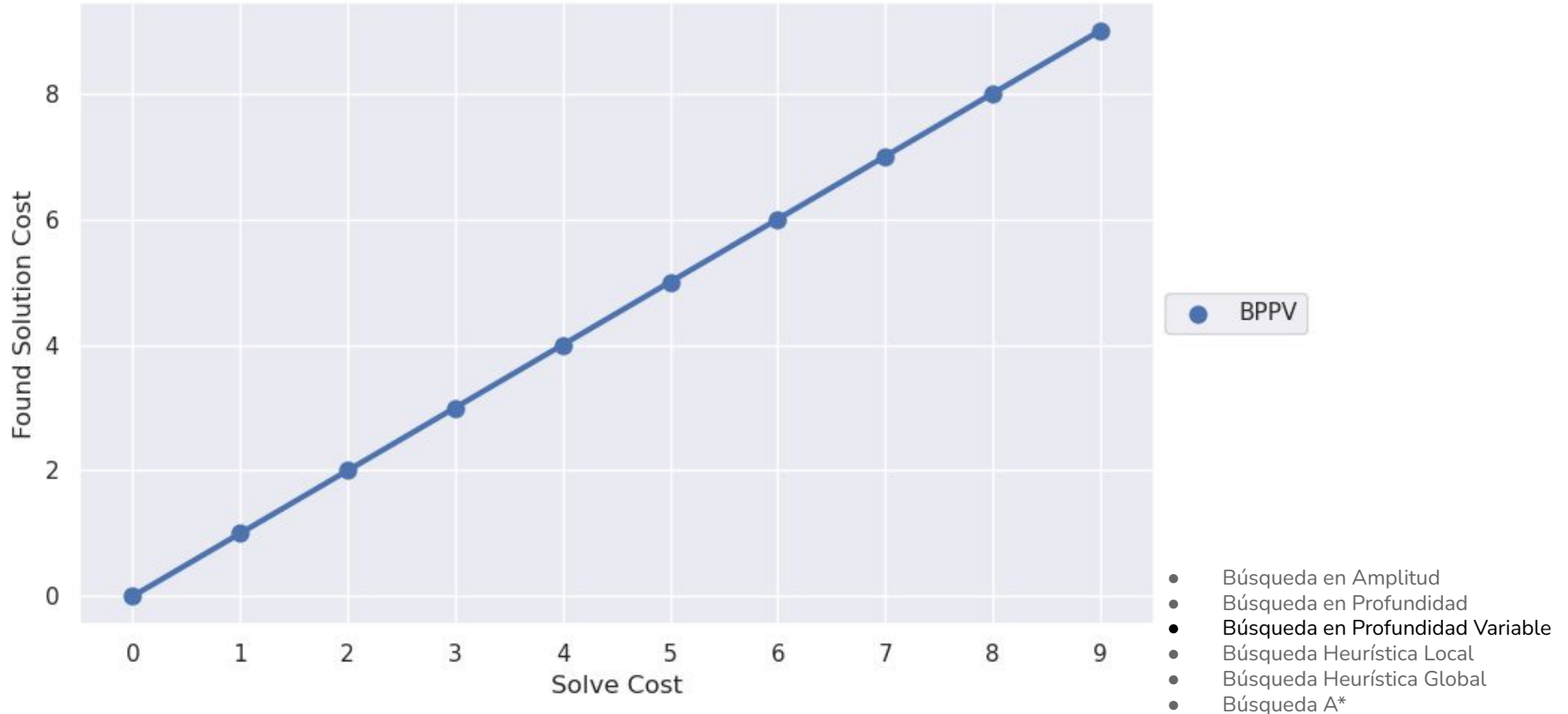
Búsqueda en profundidad variable

Nodos frontera



Búsqueda en profundidad variable

Coste





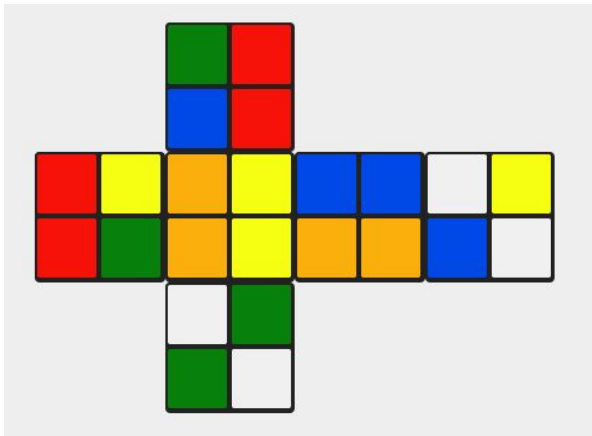
Heurísticas Contempladas



Heurísticas contempladas

Sticker groups

(No admissible)
(complejidad temporal constante)

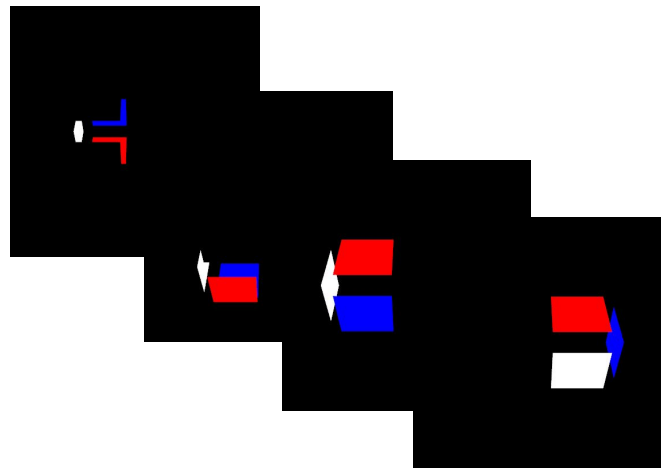


Move count combination

(Admissible)
(complejidad temporal constante)

Manhattan distance

(Admissible)
(complejidad temporal constante)



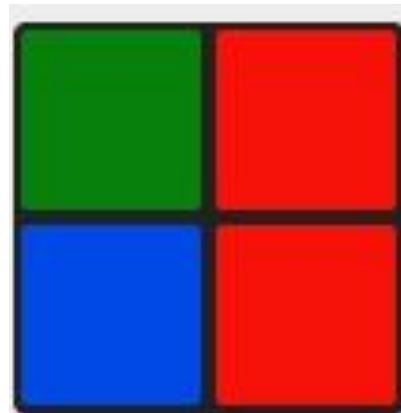
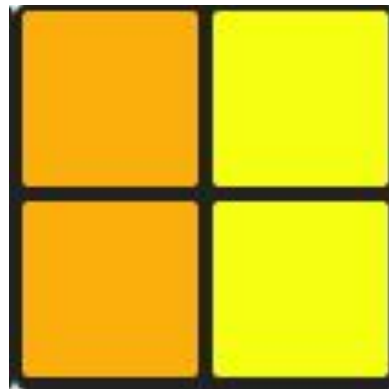


Sticker Groups

Mediante el uso de esta heurística se cuentan la cantidad de colores que hay en cada cara.

Los colores de cada cara se dividen en grupos y según el tamaño del grupo se le asigna un valor a cada cara

Los posibles valores que puede tener cada cara se determinaron de forma arbitraria mediante prueba/error.



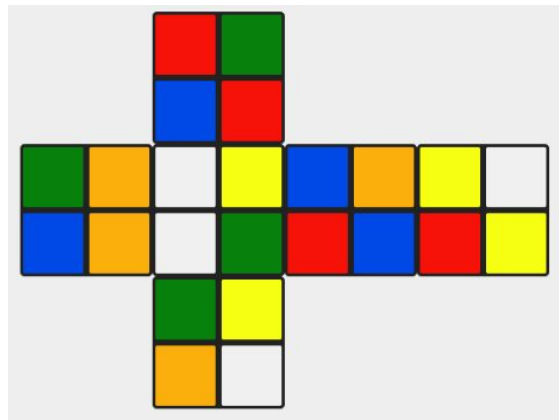


Sticker Groups - No admisible

Si bien podemos notar que esta heurística es no admisible, ya que para resolver el cubo en la mayoría de los casos se debe desarmar algunas caras, esto se puede demostrar fácilmente mediante un contraejemplo:

Partiendo del estado: “2071411031025160”

Utilizando el método A*, la solución óptima de este cubo se encuentra con 5 movimientos, sin embargo, mediante el uso de esta heurística se halla en 25 movimientos.





Move Count Combination

Mediante el uso de esta heurística se toma en cuenta la posición y orientación de las **piezas** mediante el uso de dos tablas.

En una de estas tablas se tiene cuántos movimientos son necesarios para ordenar las piezas correctamente según el estado actual.

En la otra tabla se tiene cuántos movimientos son necesarios para orientar las piezas correctamente según el estado actual.

Una vez que se tienen ambos valores, se los compara y se toma el mayor de los dos.



Move Count Combination- Admissible

Al separar el problema inicial (resolver el cubo) en dos problemas de menor tamaño, podemos asegurar que la cantidad de movimientos necesarios para resolver uno de estos dos problemas siempre será menor o igual a la cantidad de movimientos necesarios para resolver el problema inicial.



Manhattan Distance

Mediante el uso de esta heurística se toma en cuenta la posición de cada pieza y se calcula su distancia Manhattan hasta su posición correcta.

Es importante notar que el valor de la distancia Manhattan será igual a la mínima cantidad de movimientos necesarias para llevar esa pieza a su posición.

Una vez calculada la distancia para cada pieza, se retorna el mayor valor y se comparan los posibles movimientos.



Manhattan Distance - Admissible

Para resolver el cubo debemos tener todas las piezas en su posición correcta, por lo tanto sabemos que el mayor valor de las distancias de cada piezas será menor o igual a la cantidad de movimientos necesarios para resolver todo el cubo.

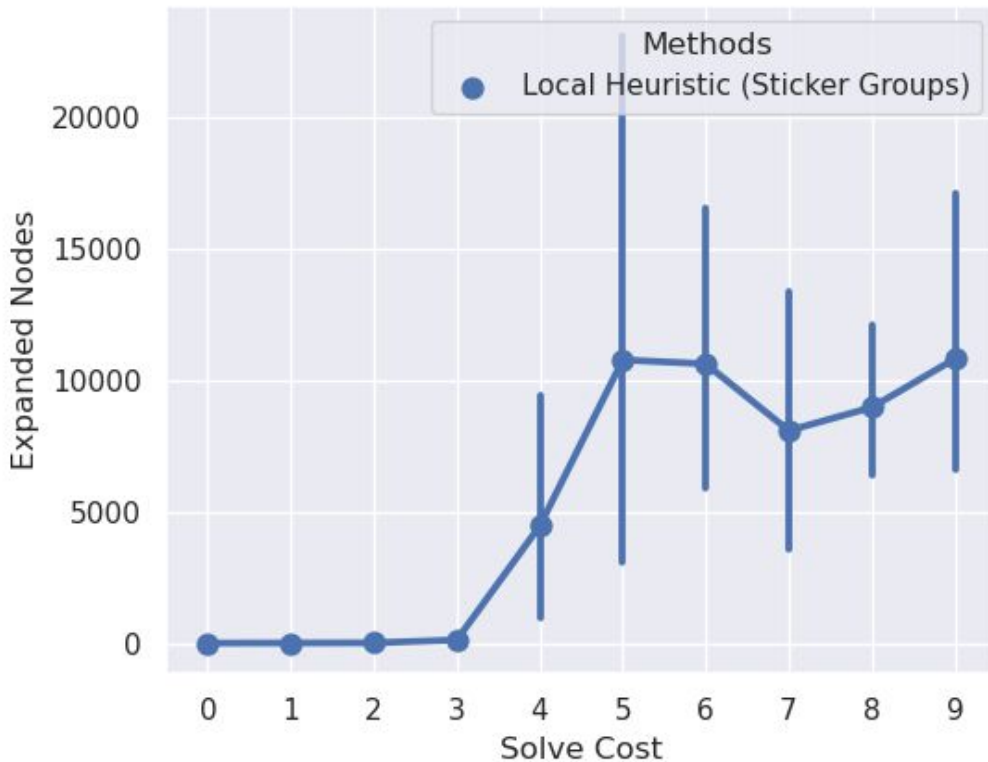


Heurística Local Sticker Groups



Heurística local - Nodos expandidos

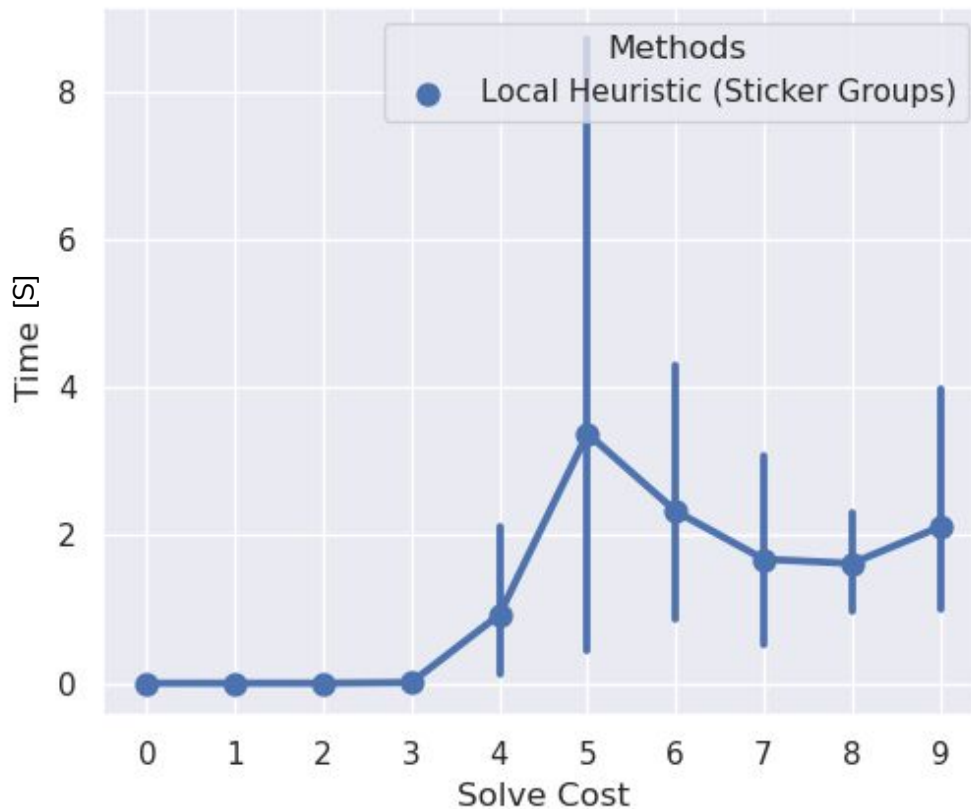
sticker groups



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*

Heurística local

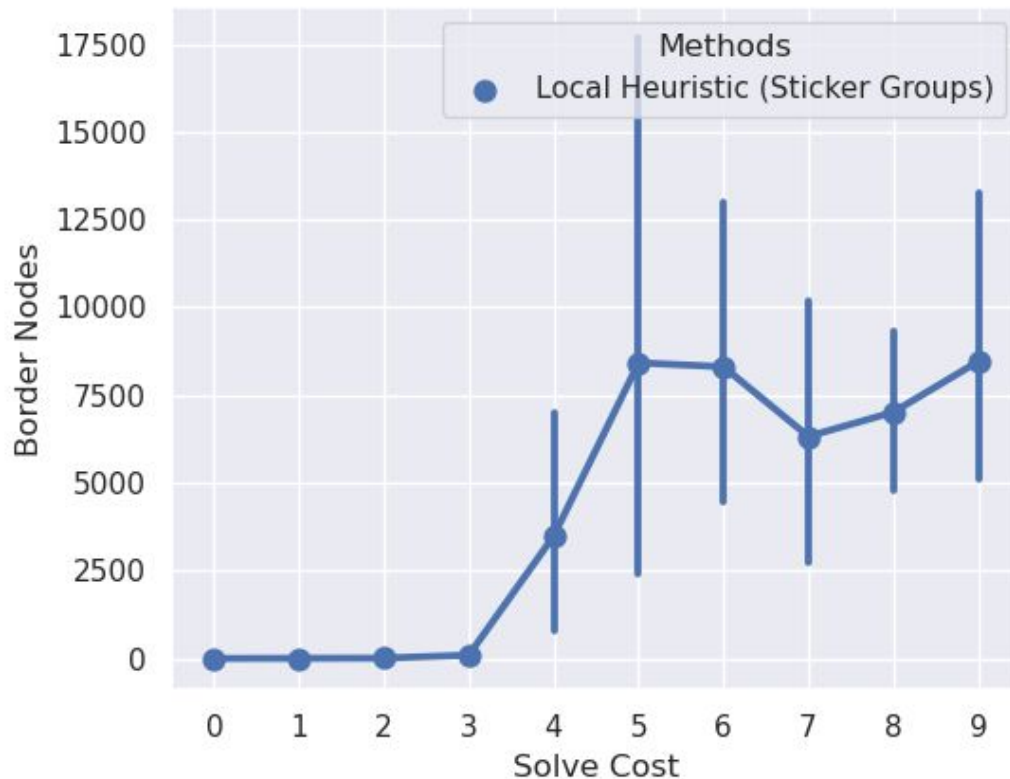
sticker groups



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*

Heurística local

sticker groups



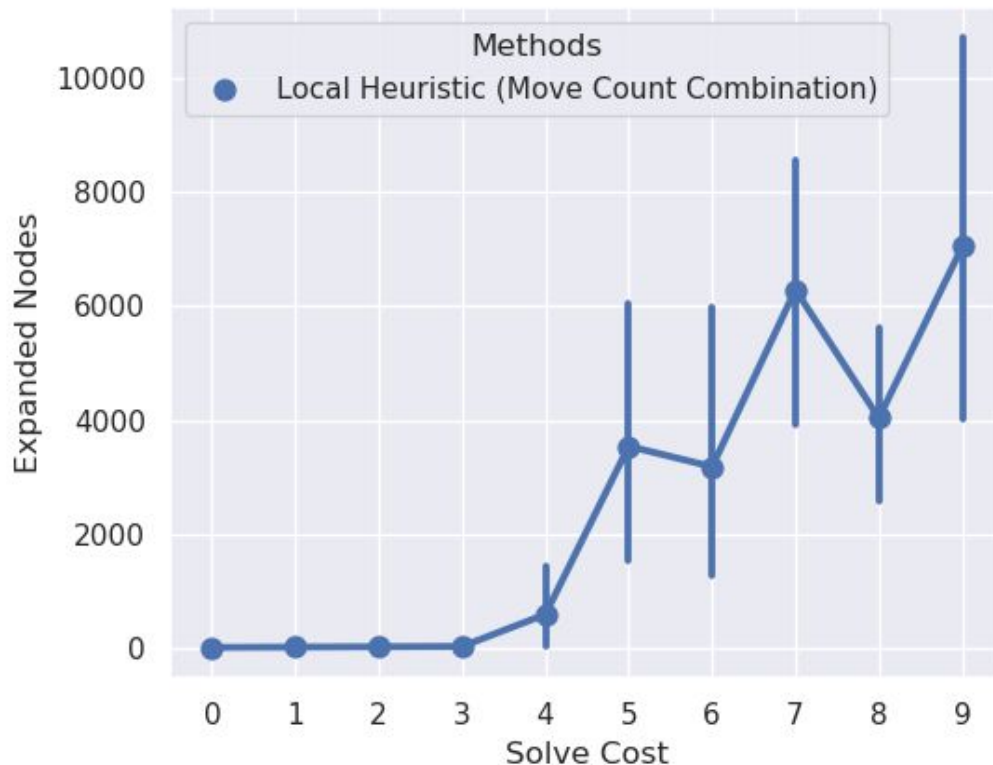
- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*



Heurística Local Move Count Combination

Heurística local - Nodos expandidos

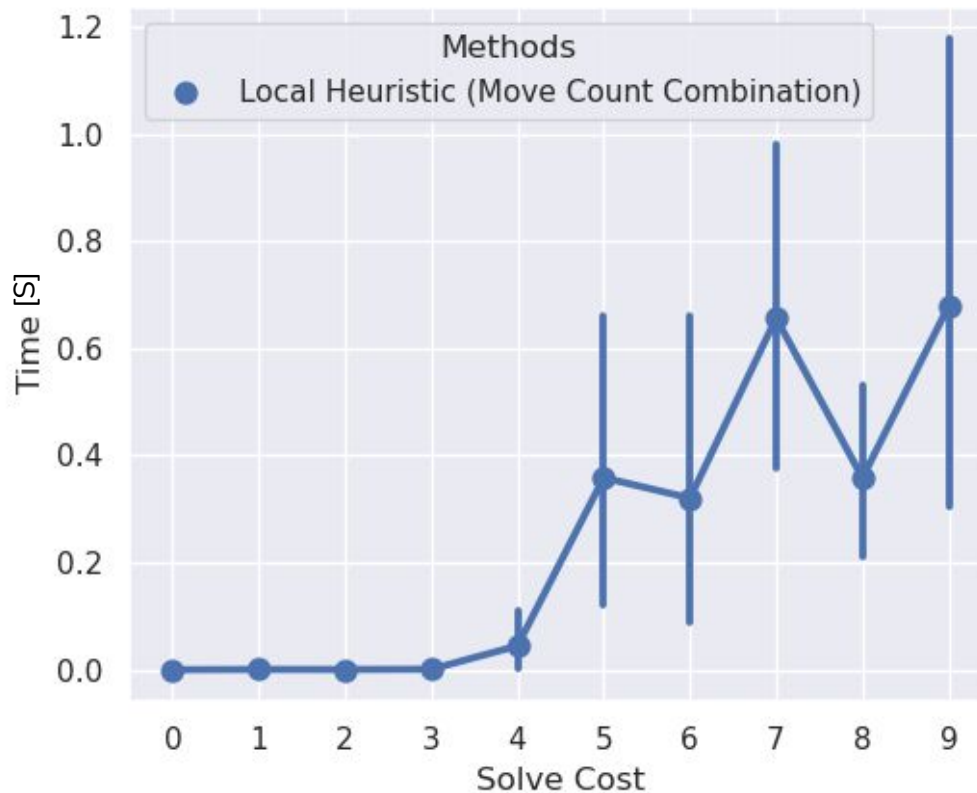
Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*

Heurística local

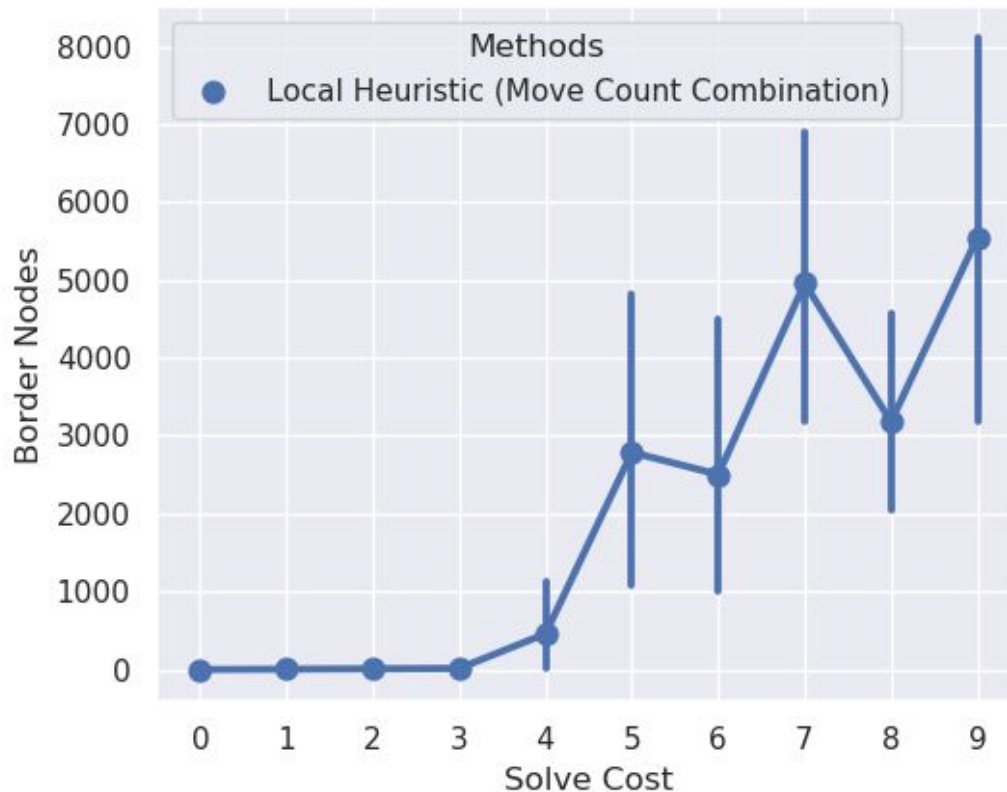
Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*

Heurística local

Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*



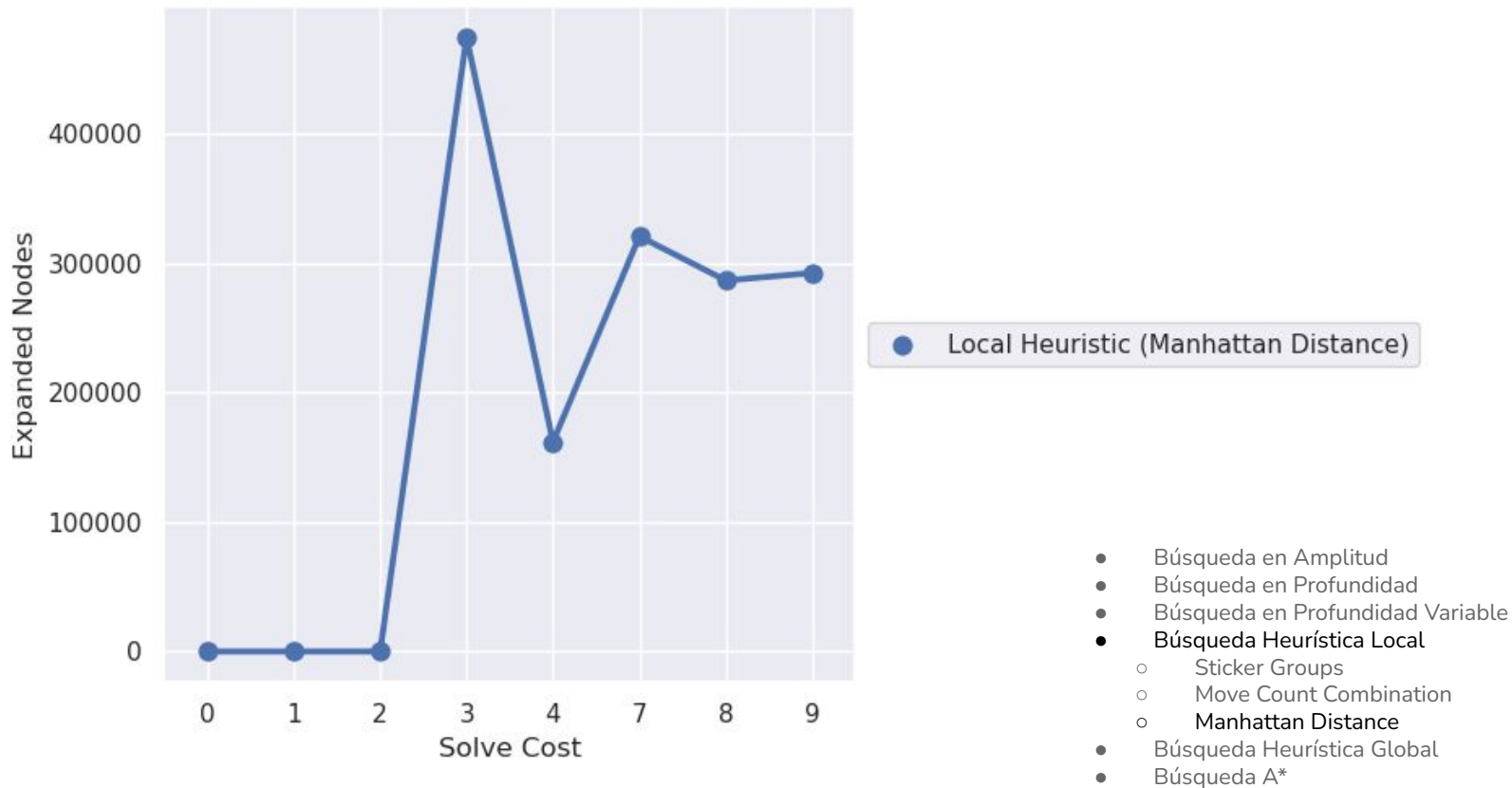
Heurística Local

Manhattan Distance



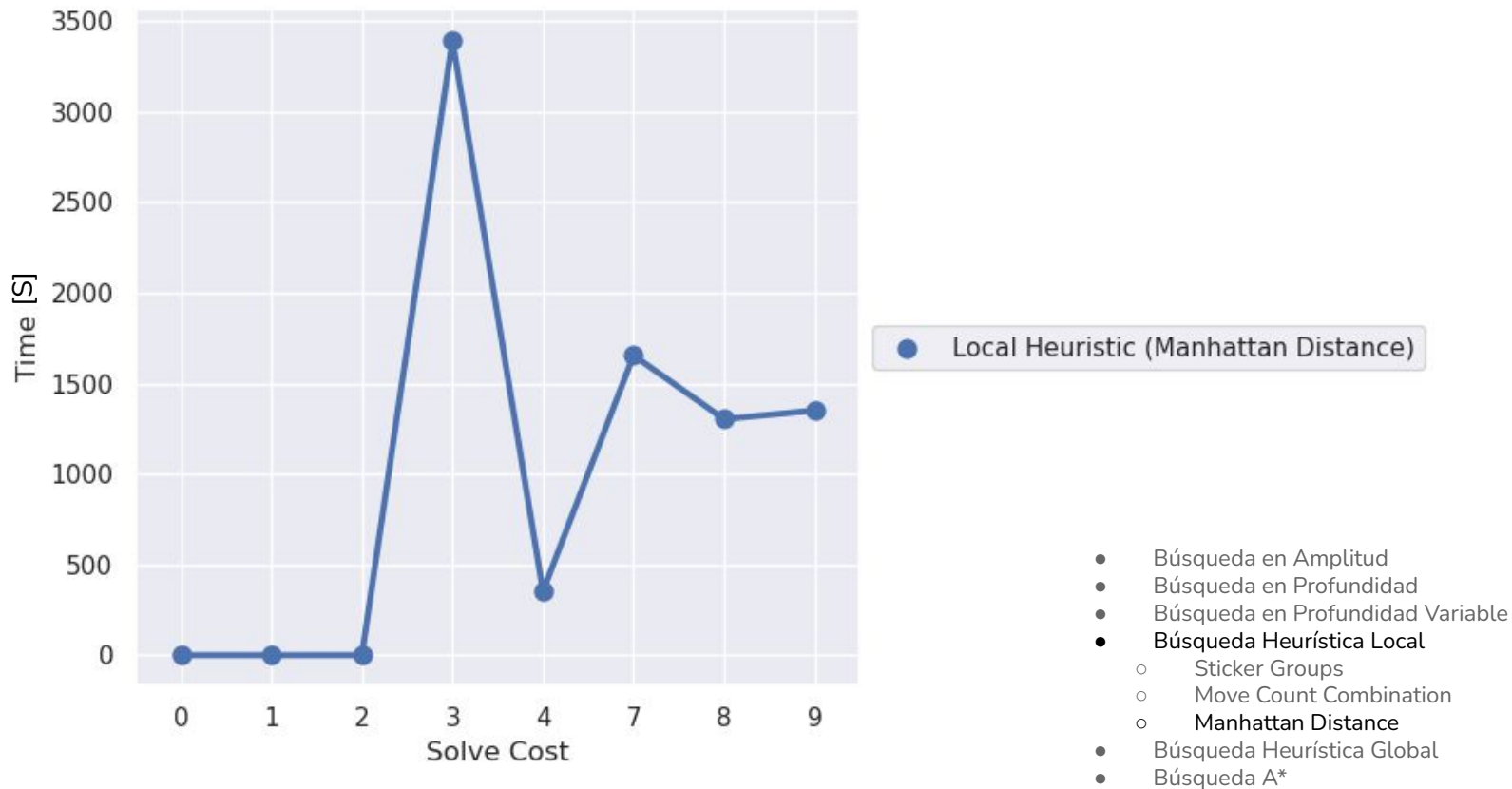
Heurística local - Nodos expandidos

Manhattan distance



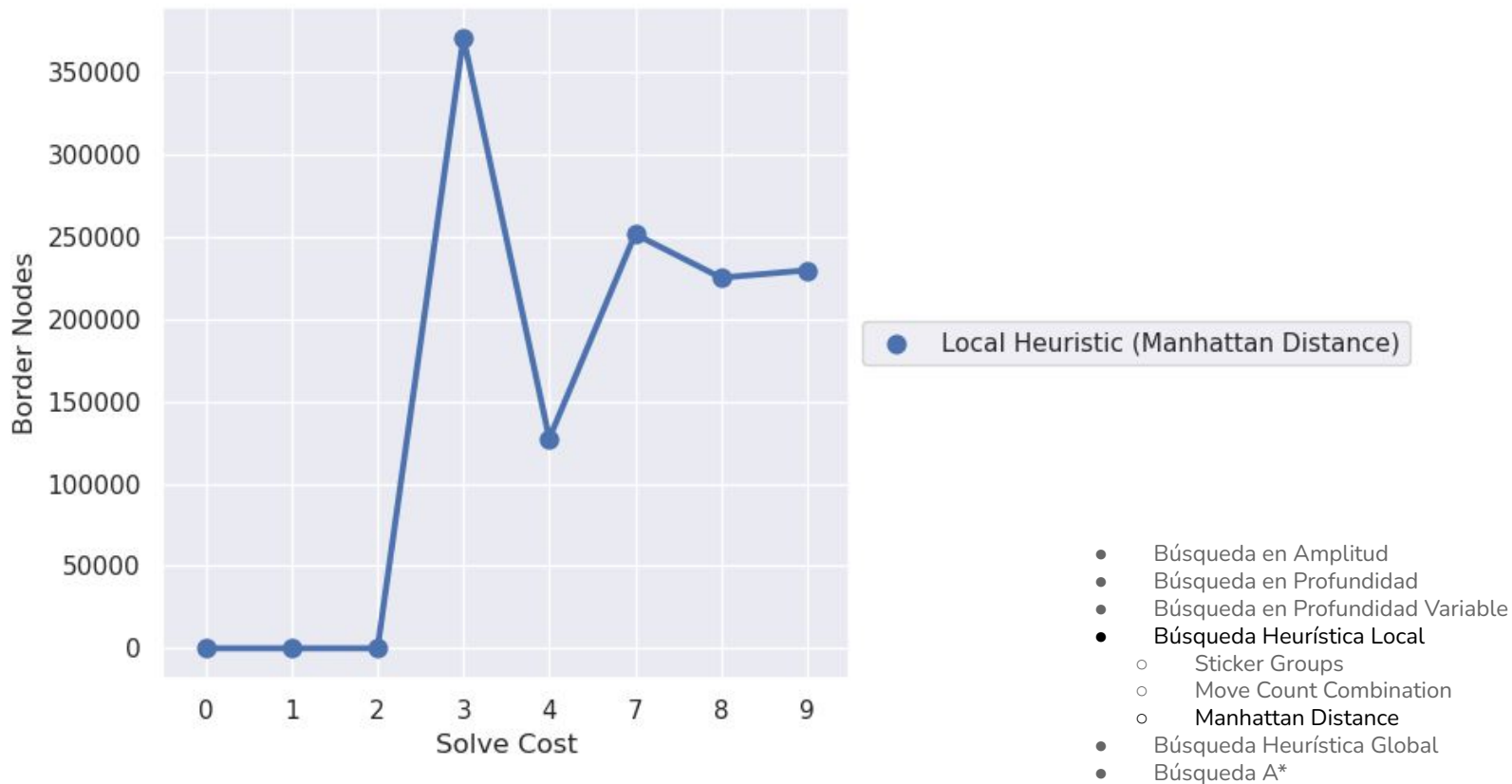
Heurística local - Tiempo de ejecución

Manhattan distance



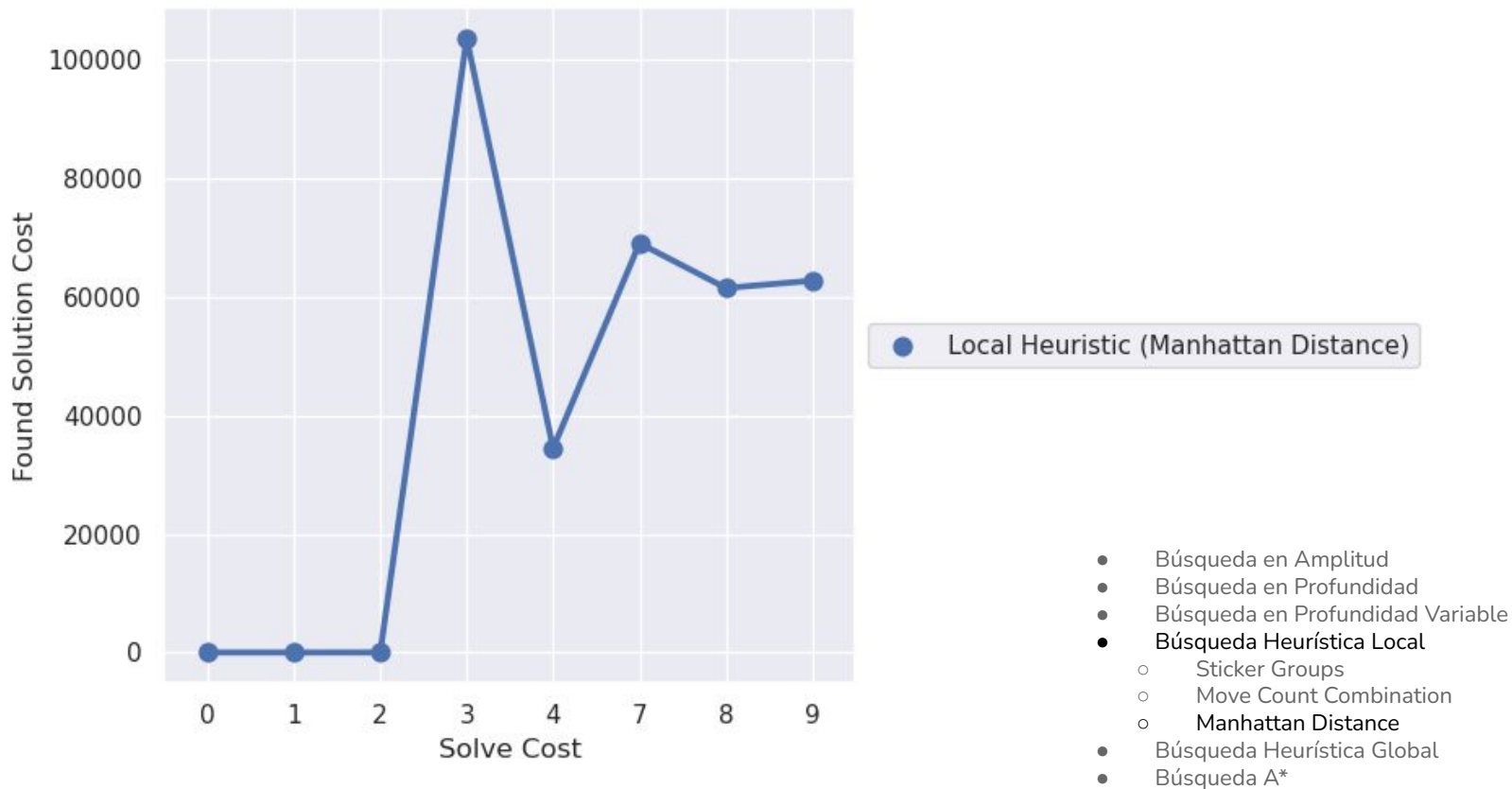
Heurística local - Nodos frontera

Manhattan distance



Heurística local - Coste

Manhattan distance



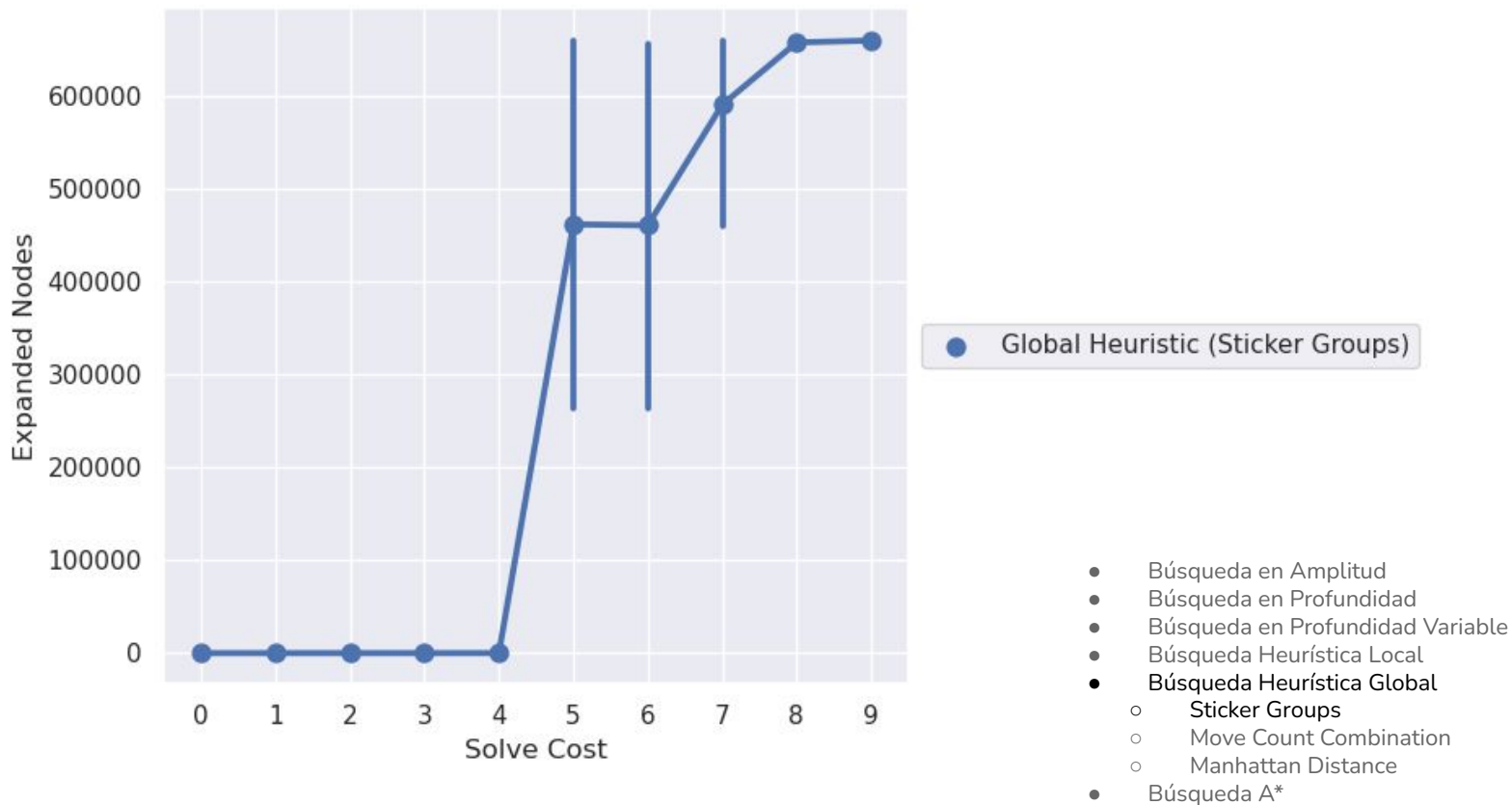


Heurística Global Sticker Groups



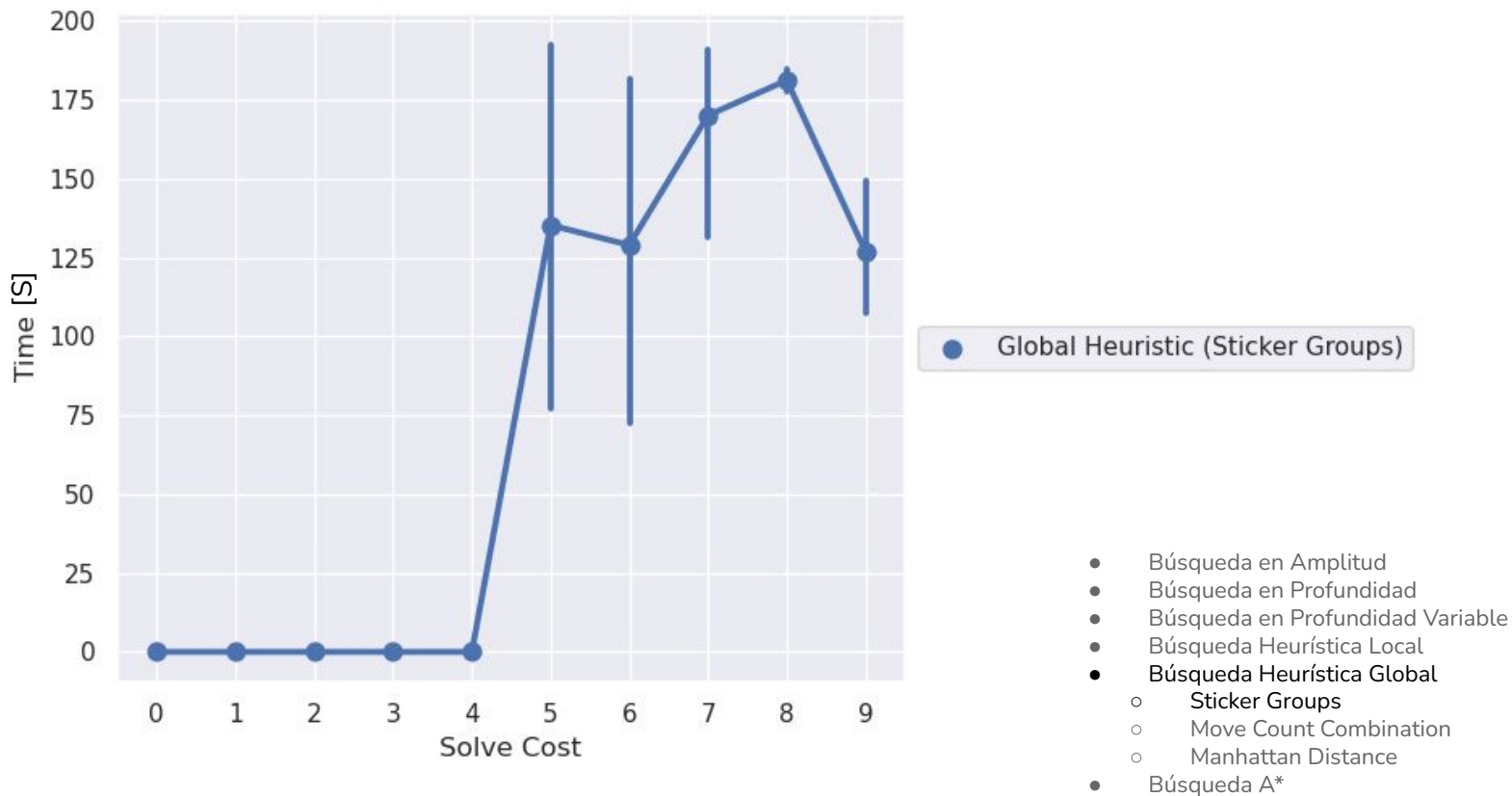
Heurística global - Nodos expandidos

Sticker groups



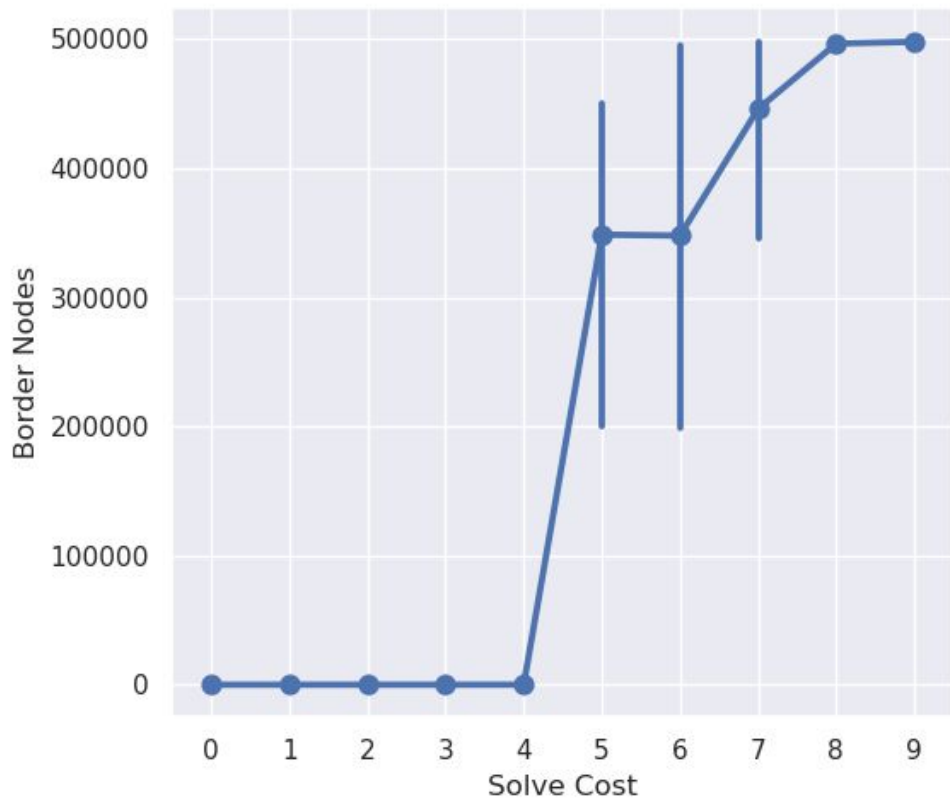
Heurística global

Sticker groups



Heurística global

Sticker groups

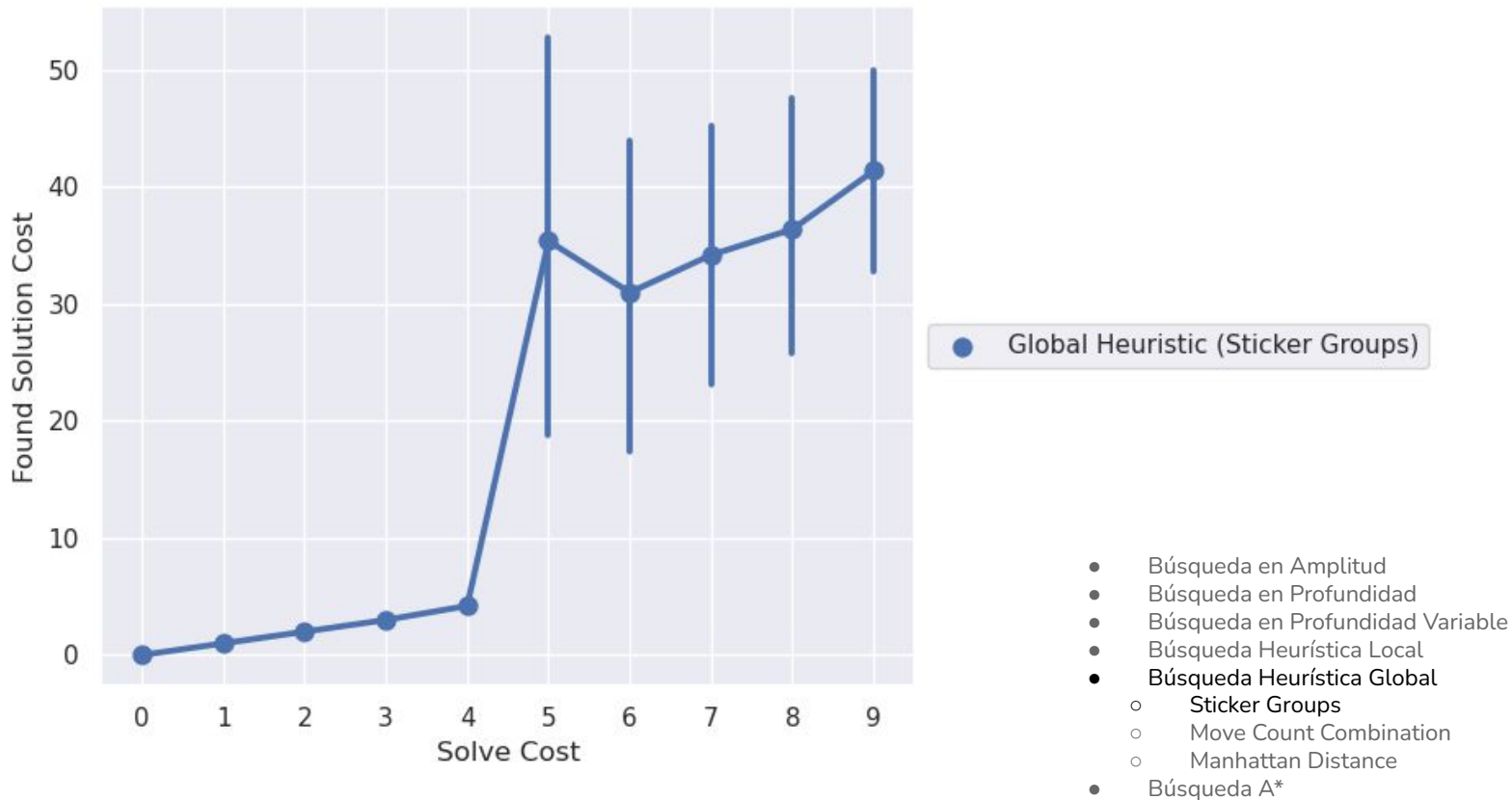


● Global Heuristic (Sticker Groups)

- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
- Búsqueda Heurística Global
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda A*

Heurística global

Sticker groups



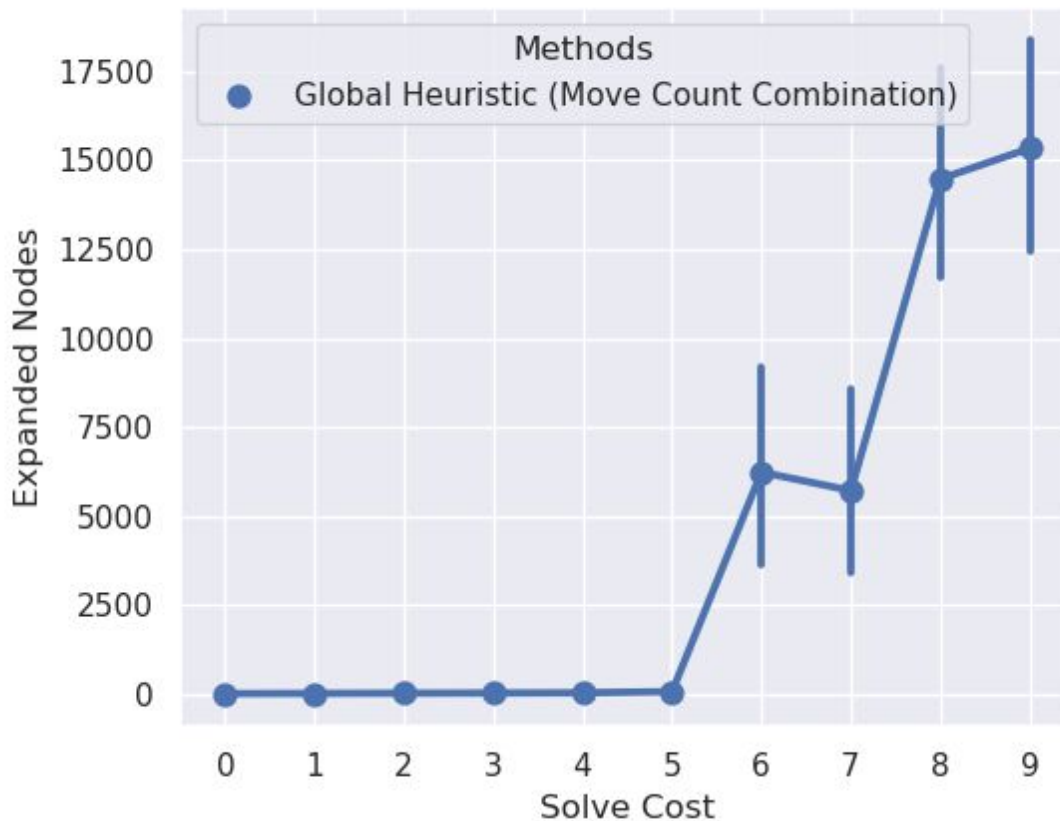


Heurística Global Move Count Combination



Heurística global - Nodos expandidos

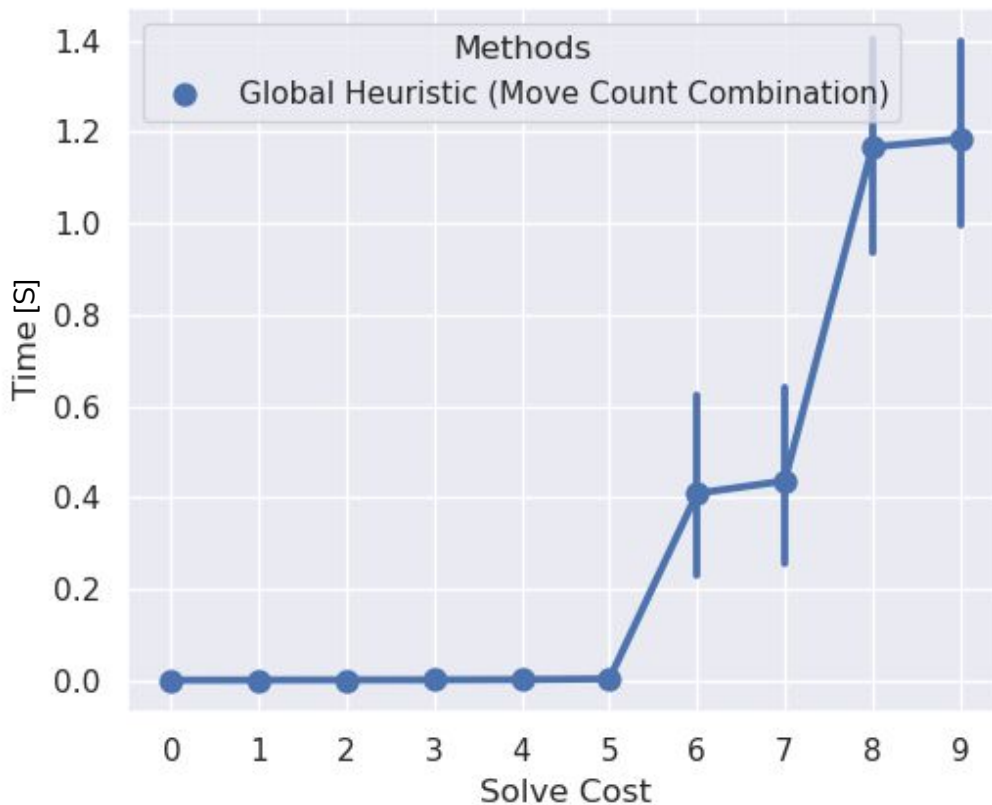
Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
- Búsqueda Heurística Global
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda A*

Heurística global

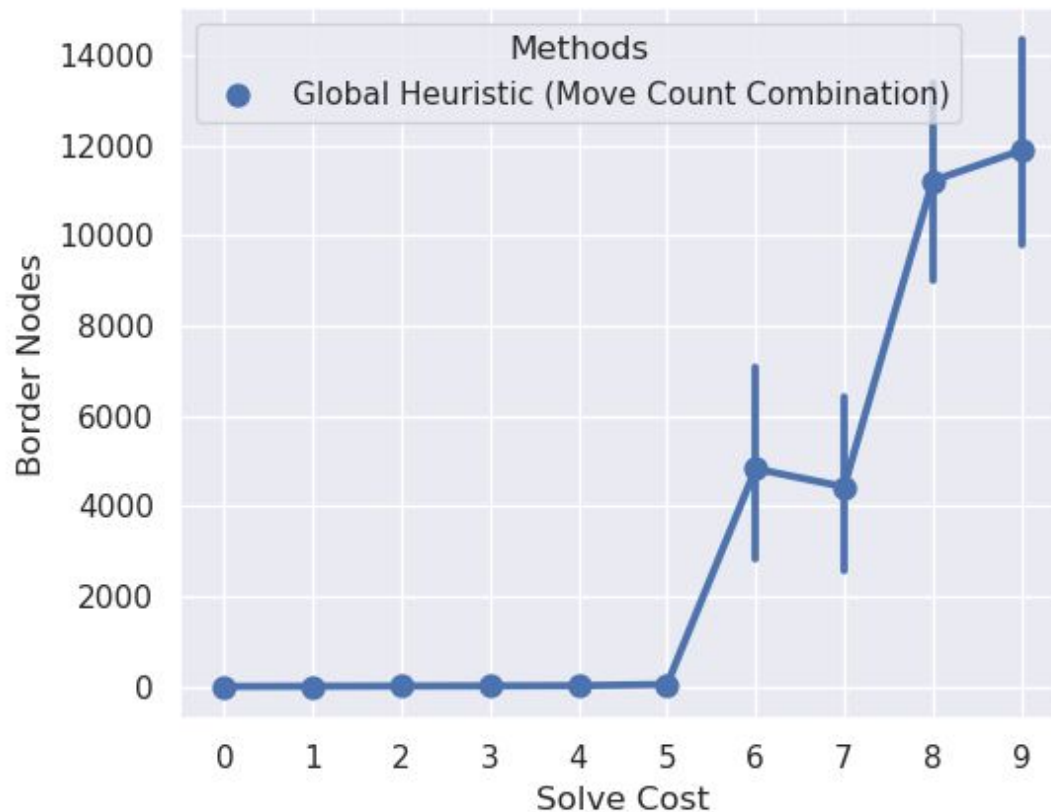
Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
- Búsqueda Heurística Global
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda A*

Heurística global

Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
- Búsqueda Heurística Global
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance
- Búsqueda A*

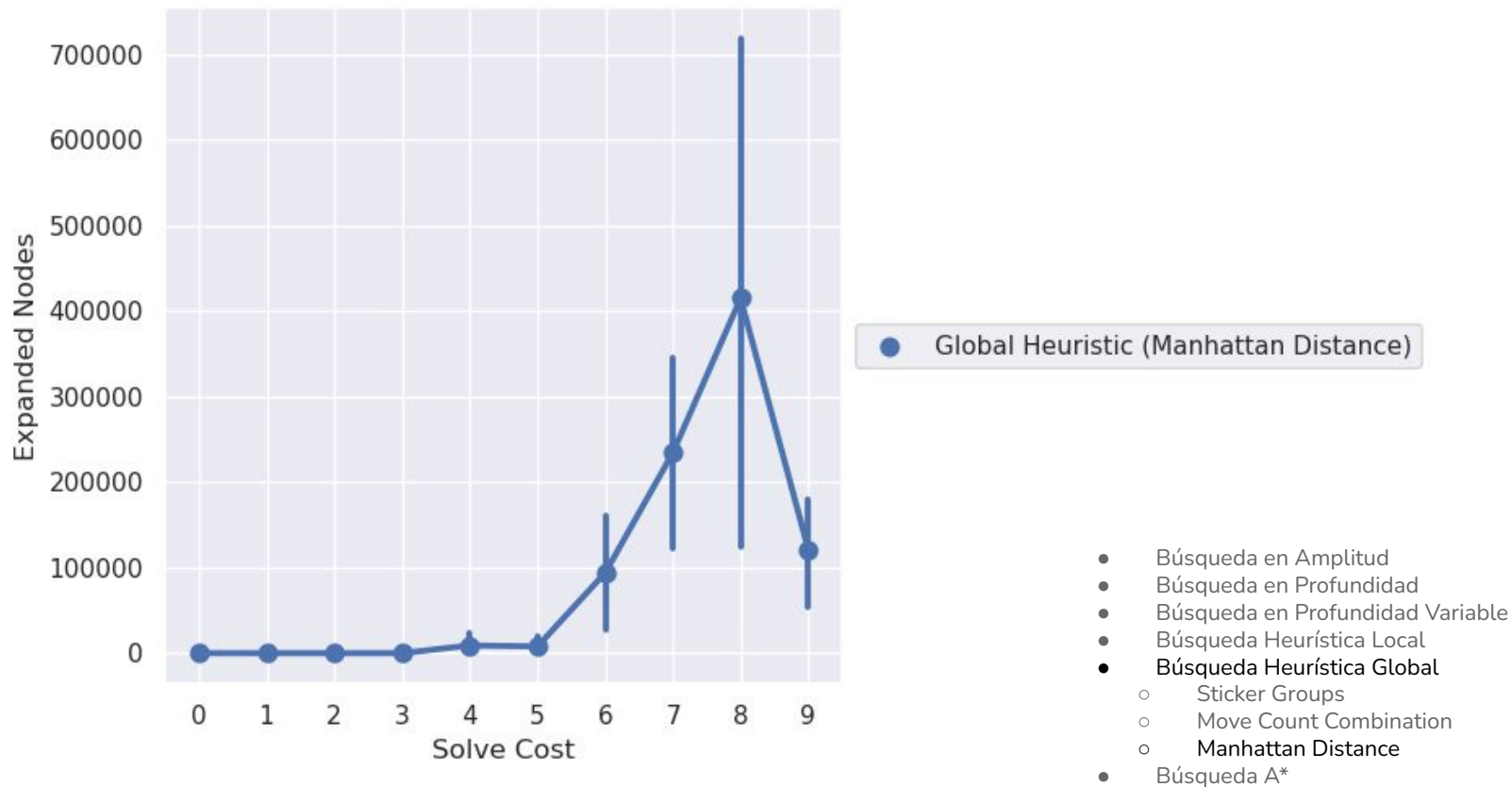


Heurística Global

Manhattan Distance

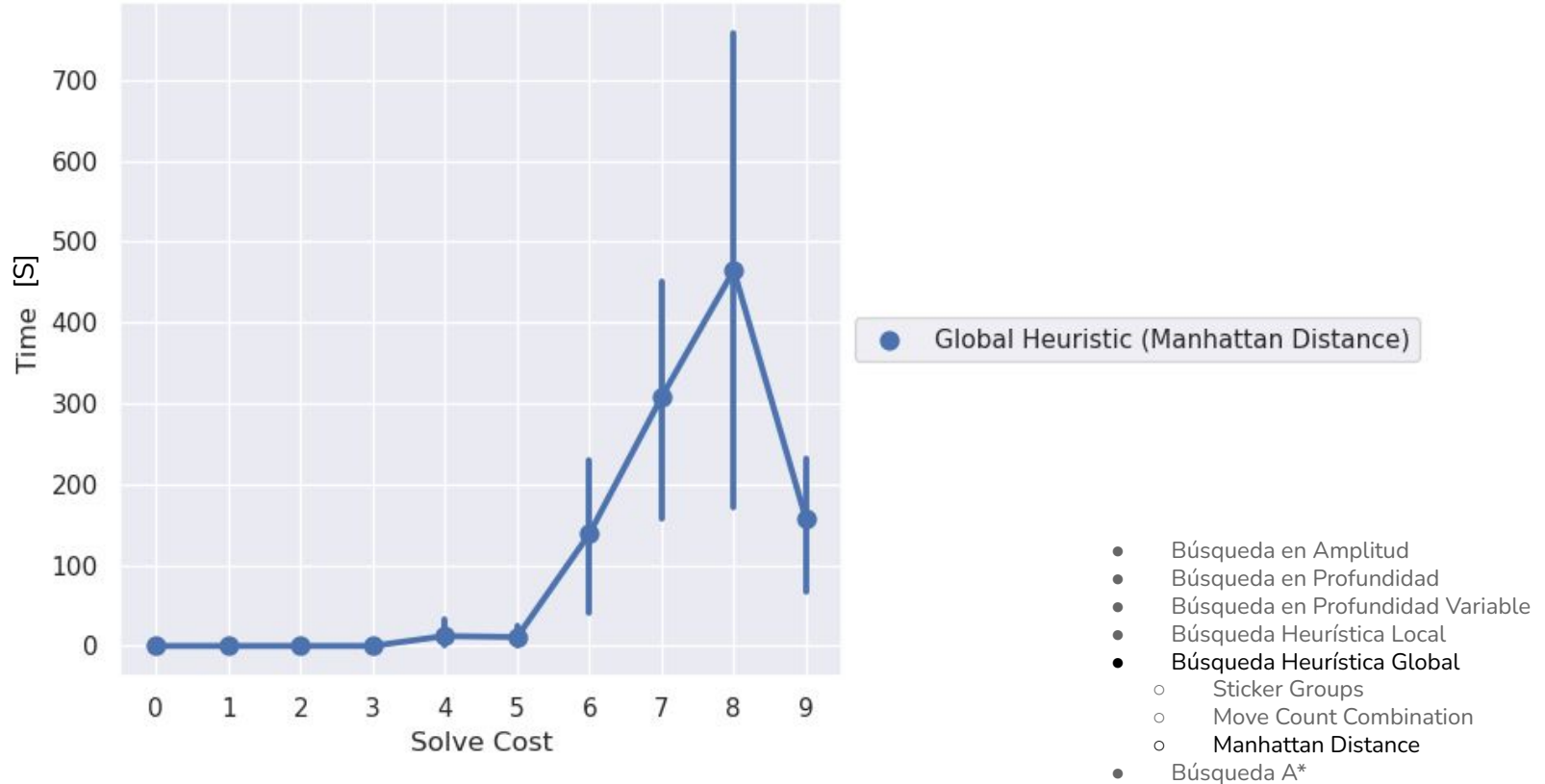
Heurística global - Nodos expandidos

Manhattan distance



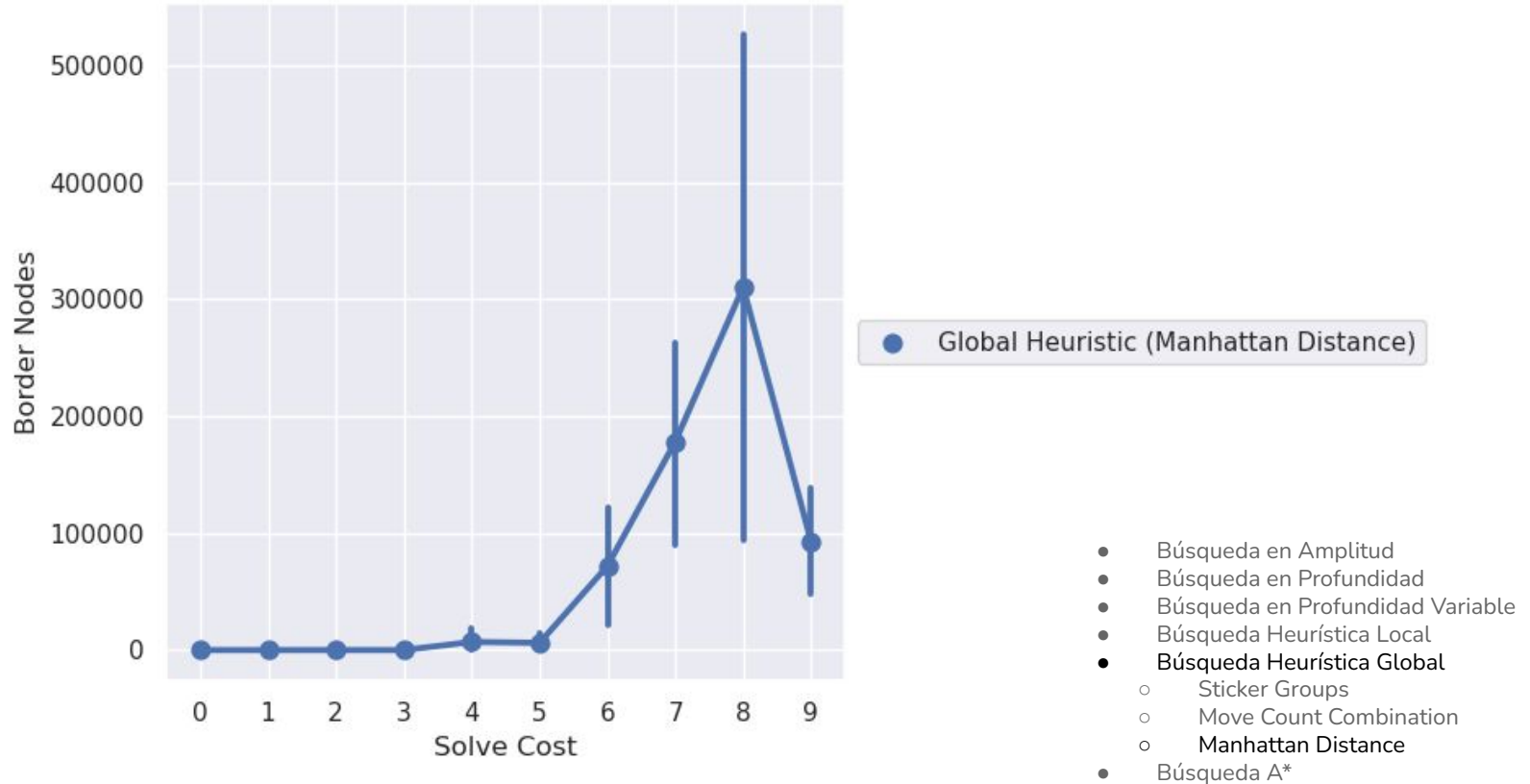
Heurística global - Tiempo de ejecución

Manhattan distance



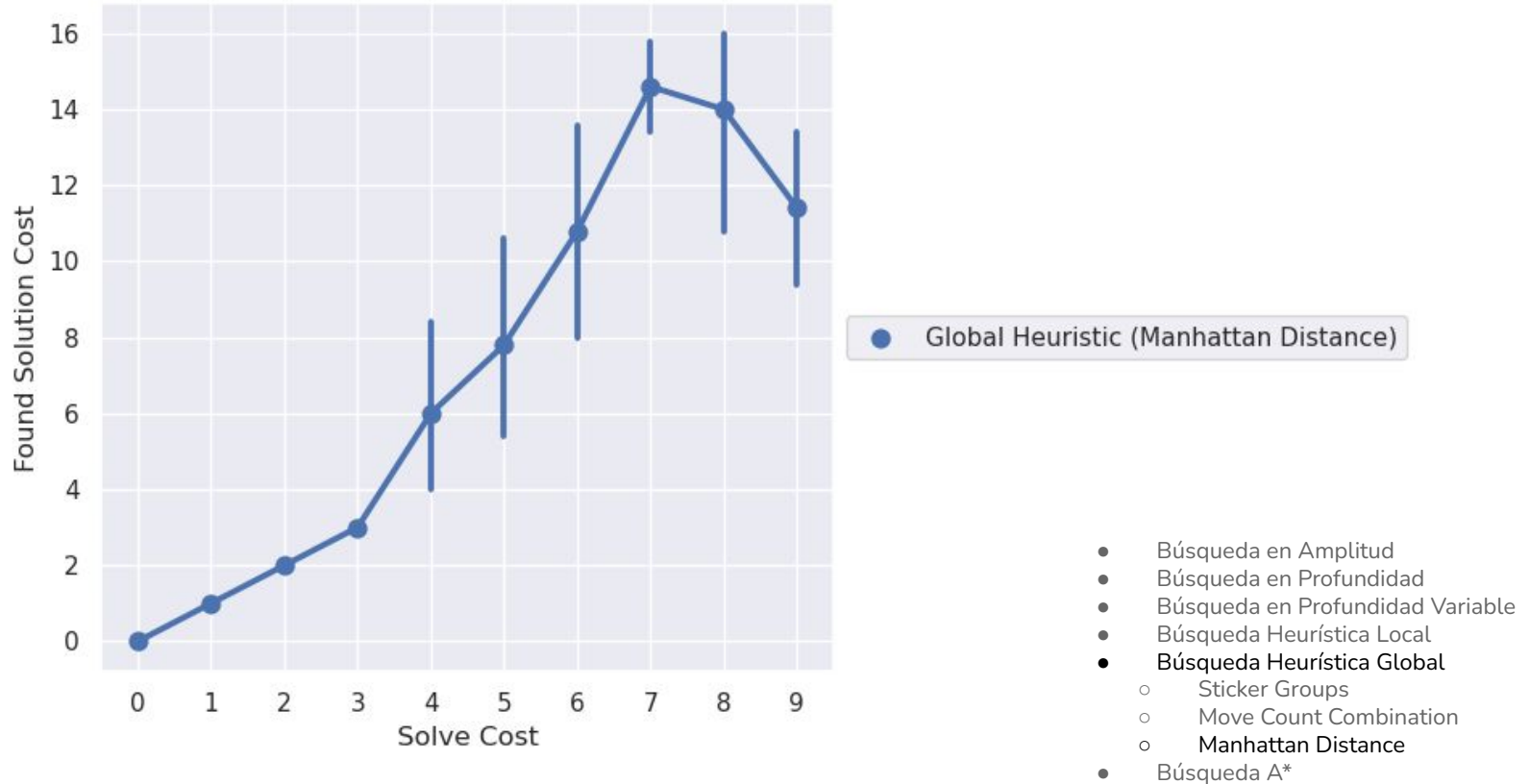
Heurística global - Nodos frontera

Manhattan distance



Heurística global - Coste

Manhattan distance





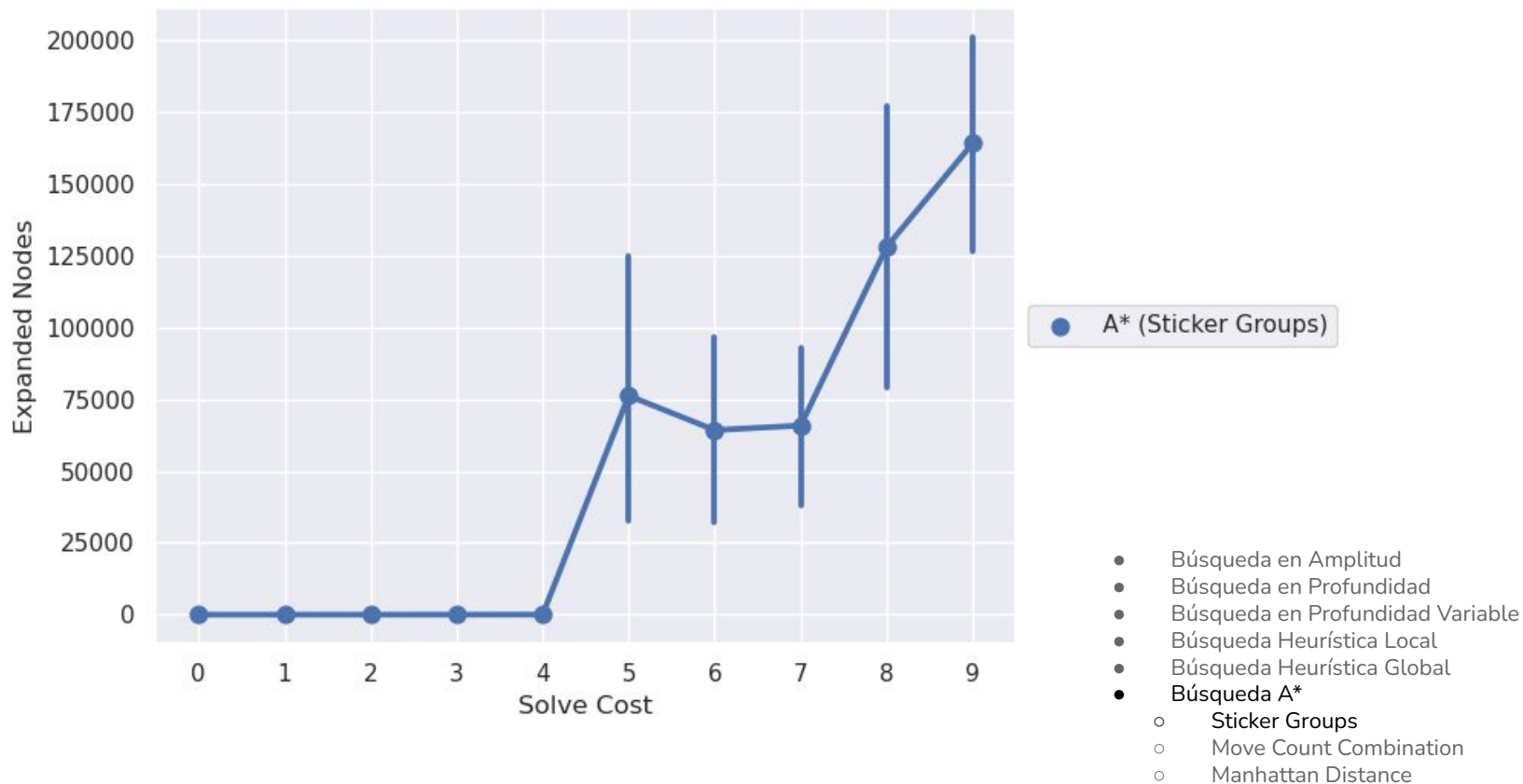
Método A*

Sticker Groups



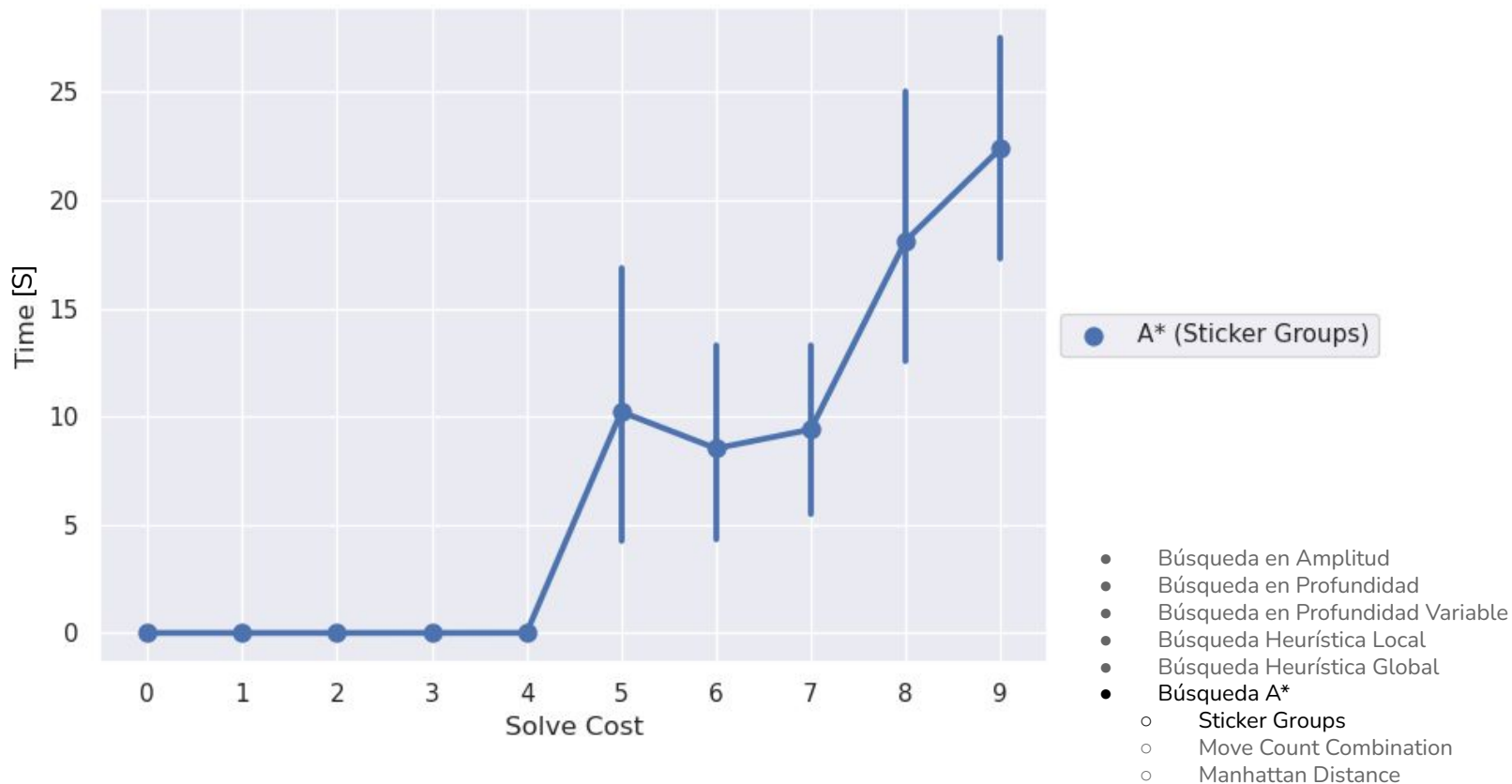
Método A* - Nodos expandidos

Sticker groups



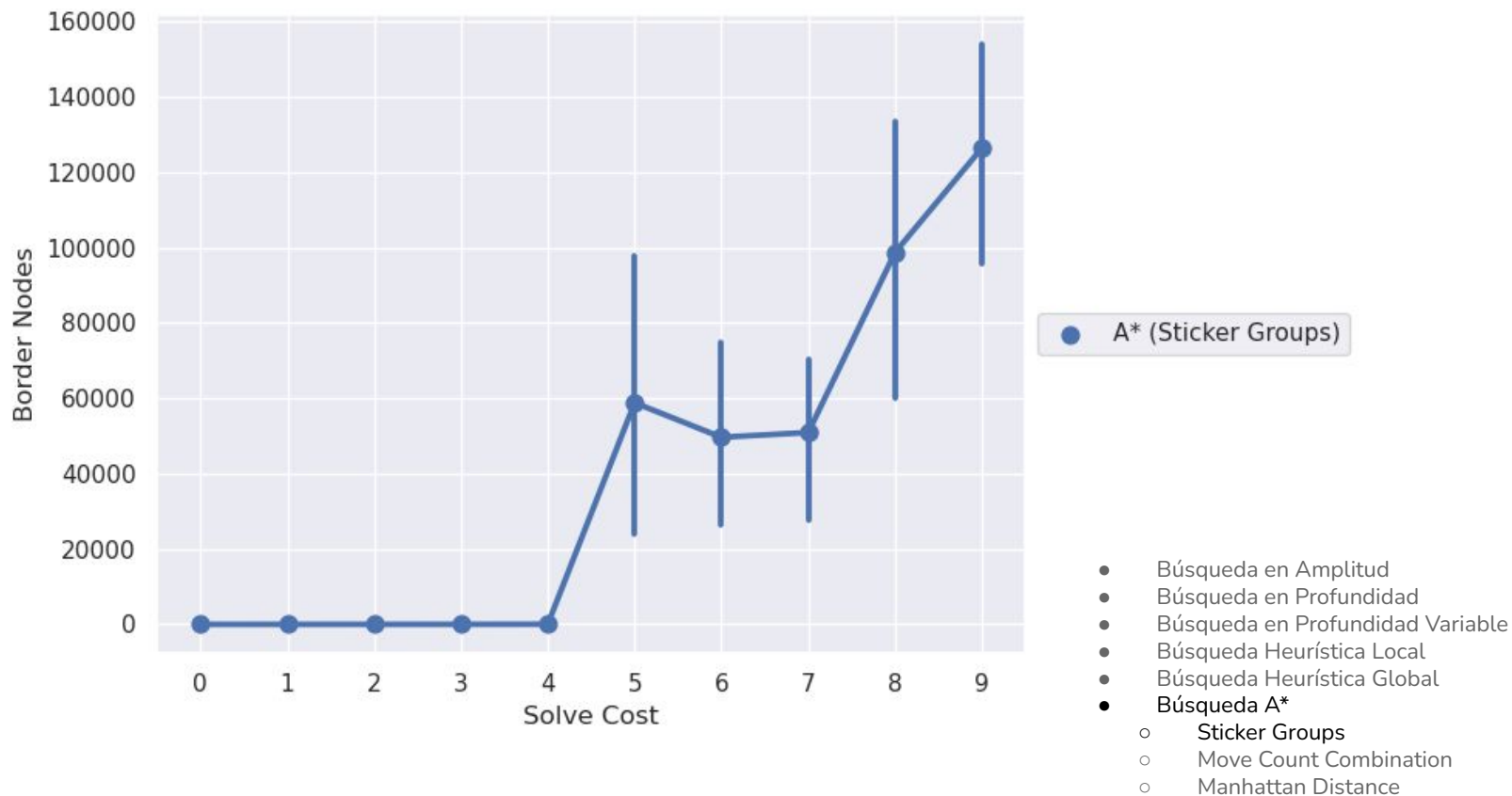
Método A* - Tiempo de ejecución

Sticker groups



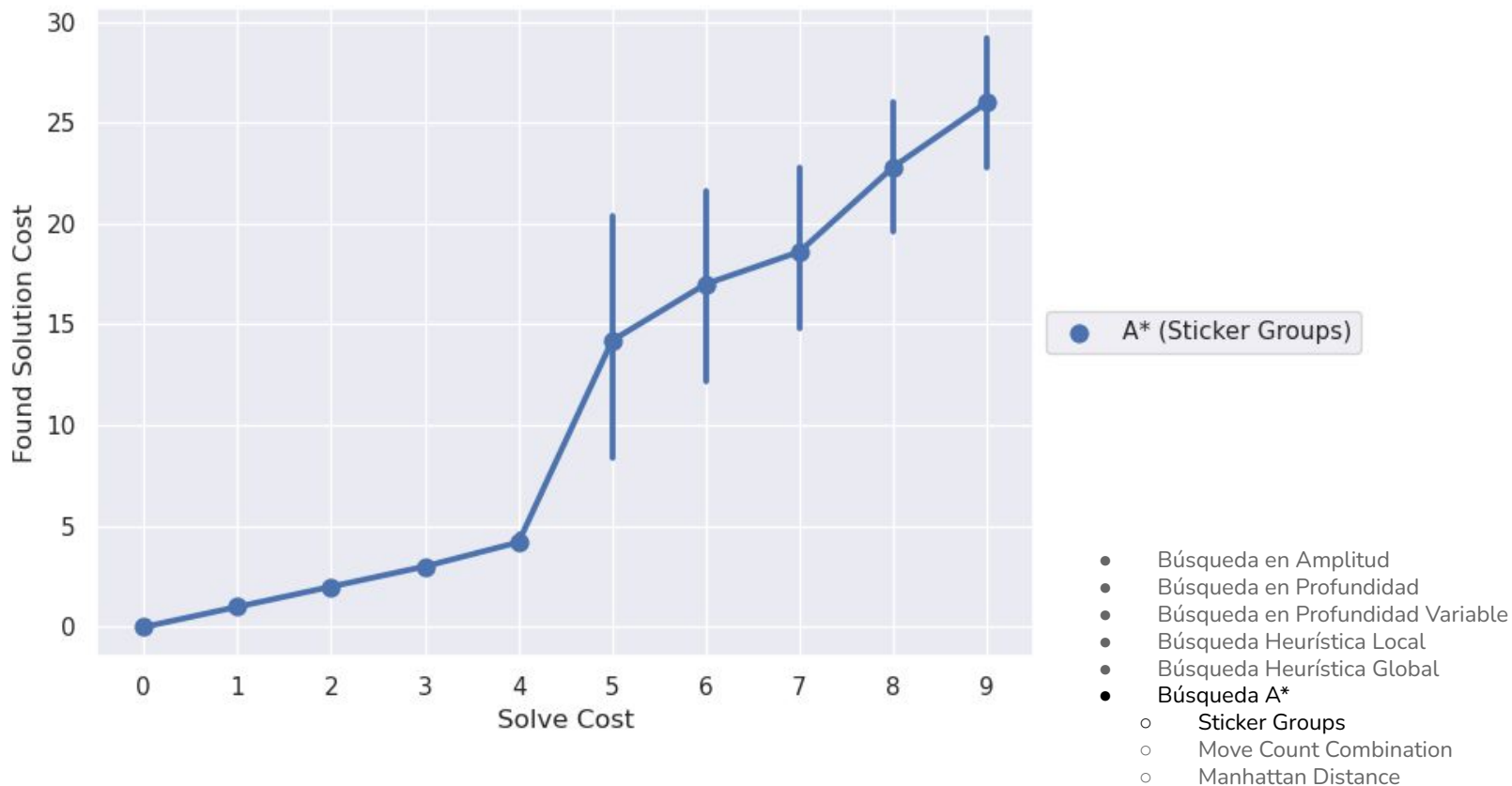
Método A* - Nodos frontera

Sticker groups



Método A* - Coste de la solución

Sticker groups





Método A^{*}

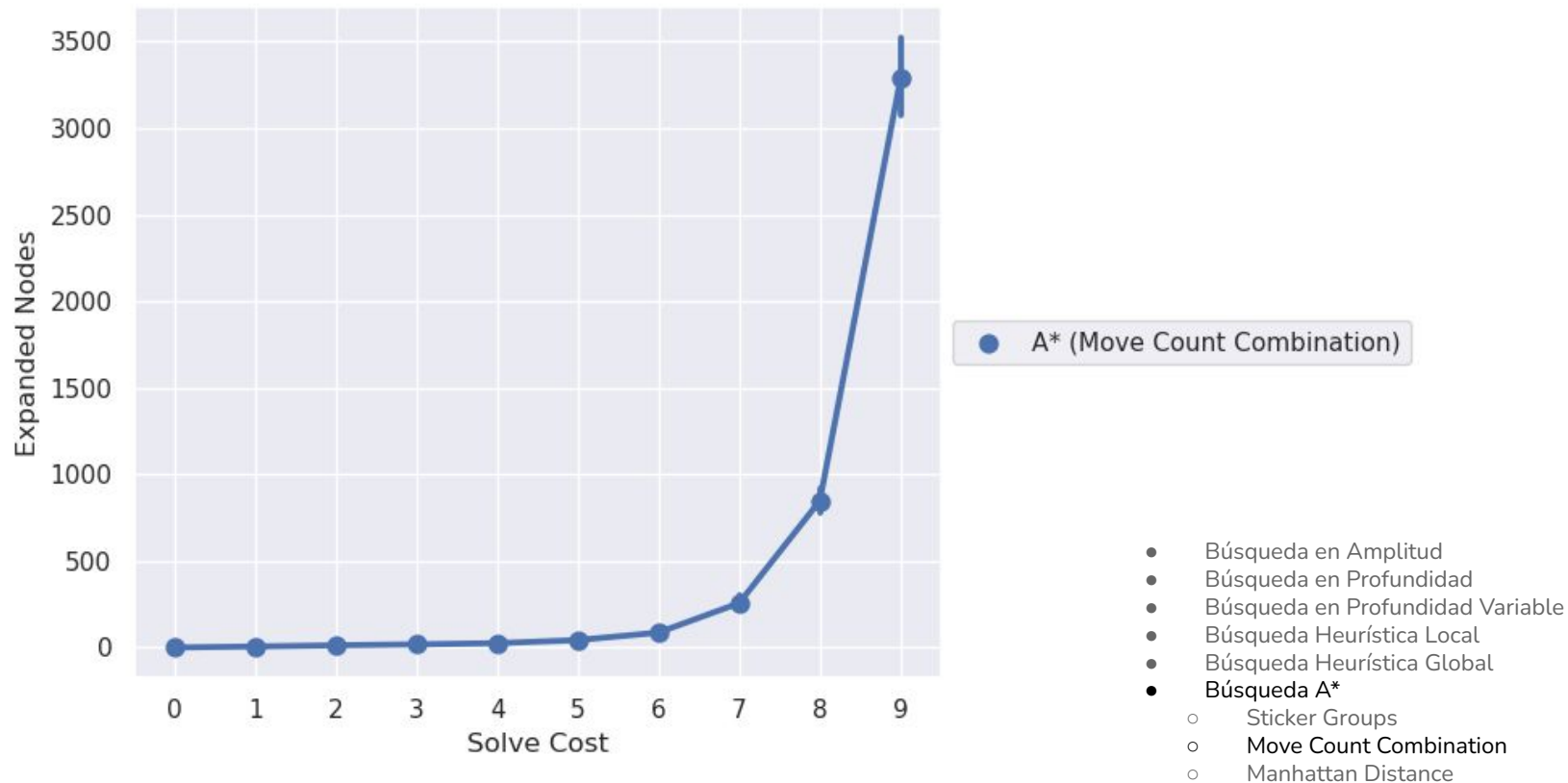
Move Count

Combination



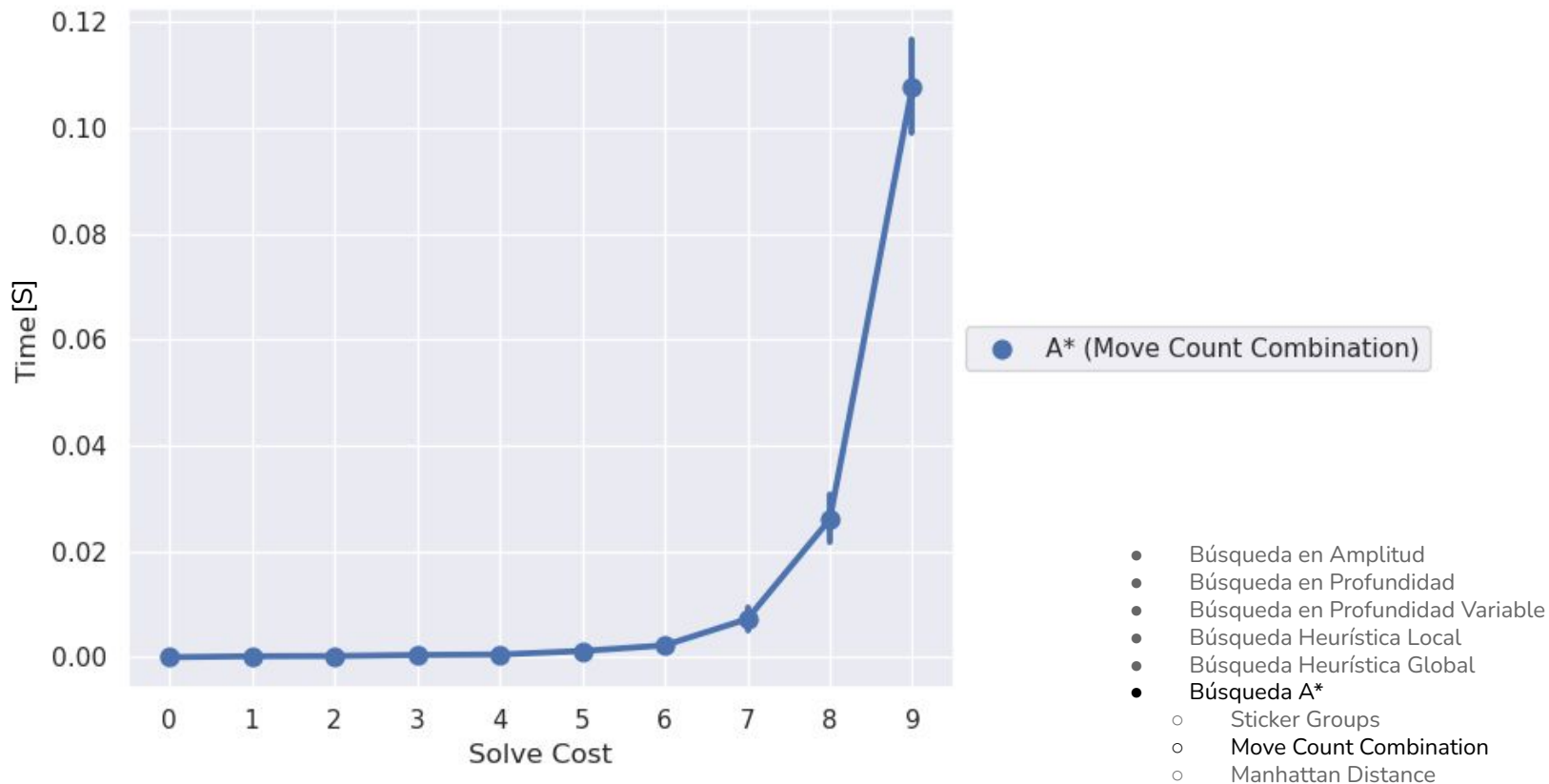
Método A* - Nodos expandidos

Move count combination



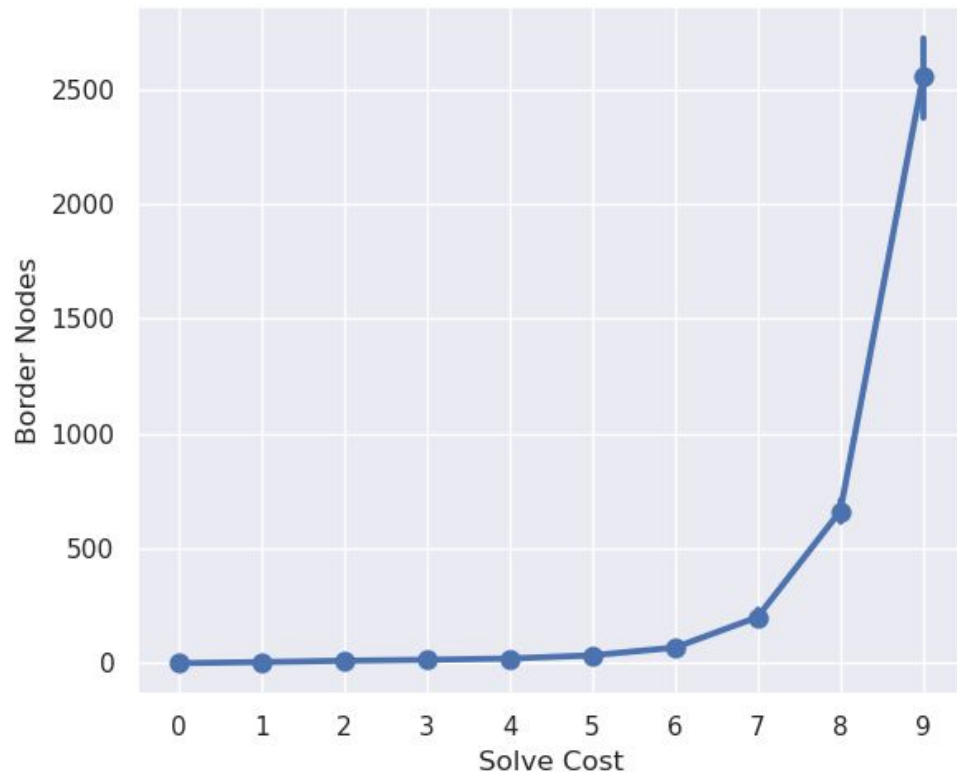
Método A*

Move count combination



Método A*

Move count combination

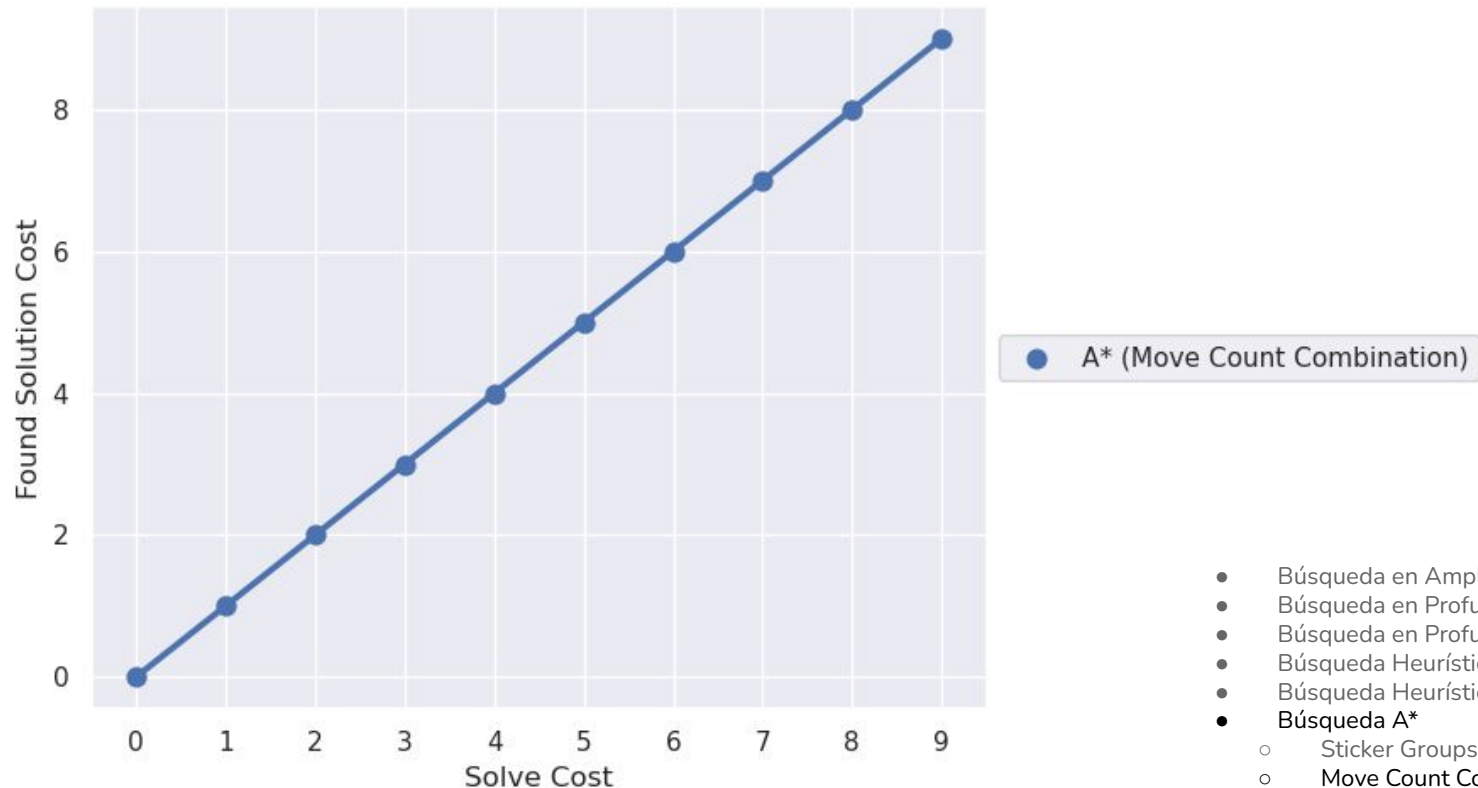


● A* (Move Count Combination)

- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance

Método A*

Move count combination



- Búsqueda en Amplitud
- Búsqueda en Profundidad
- Búsqueda en Profundidad Variable
- Búsqueda Heurística Local
- Búsqueda Heurística Global
- Búsqueda A*
 - Sticker Groups
 - Move Count Combination
 - Manhattan Distance



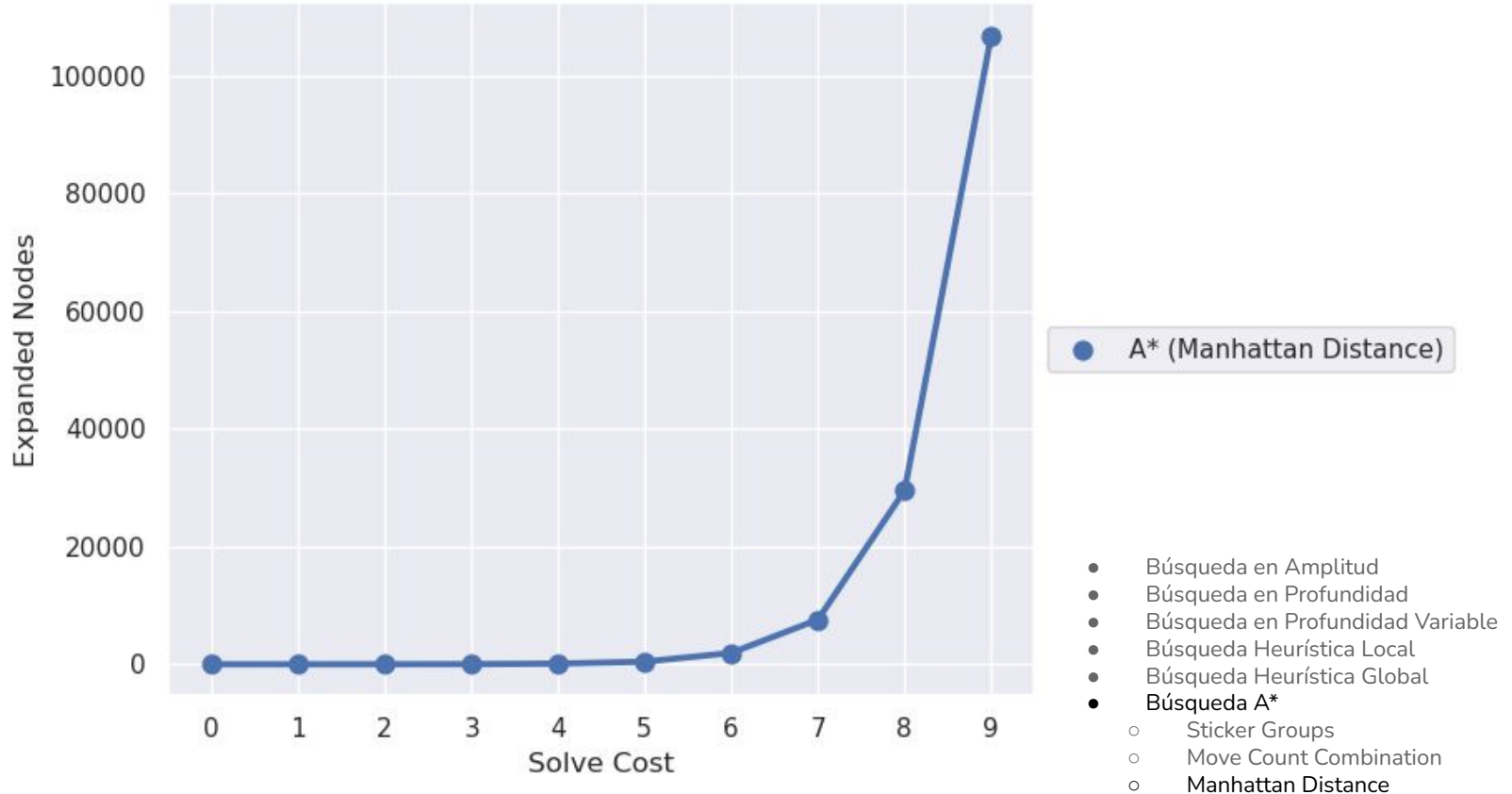
Método A*

Manhattan Distance



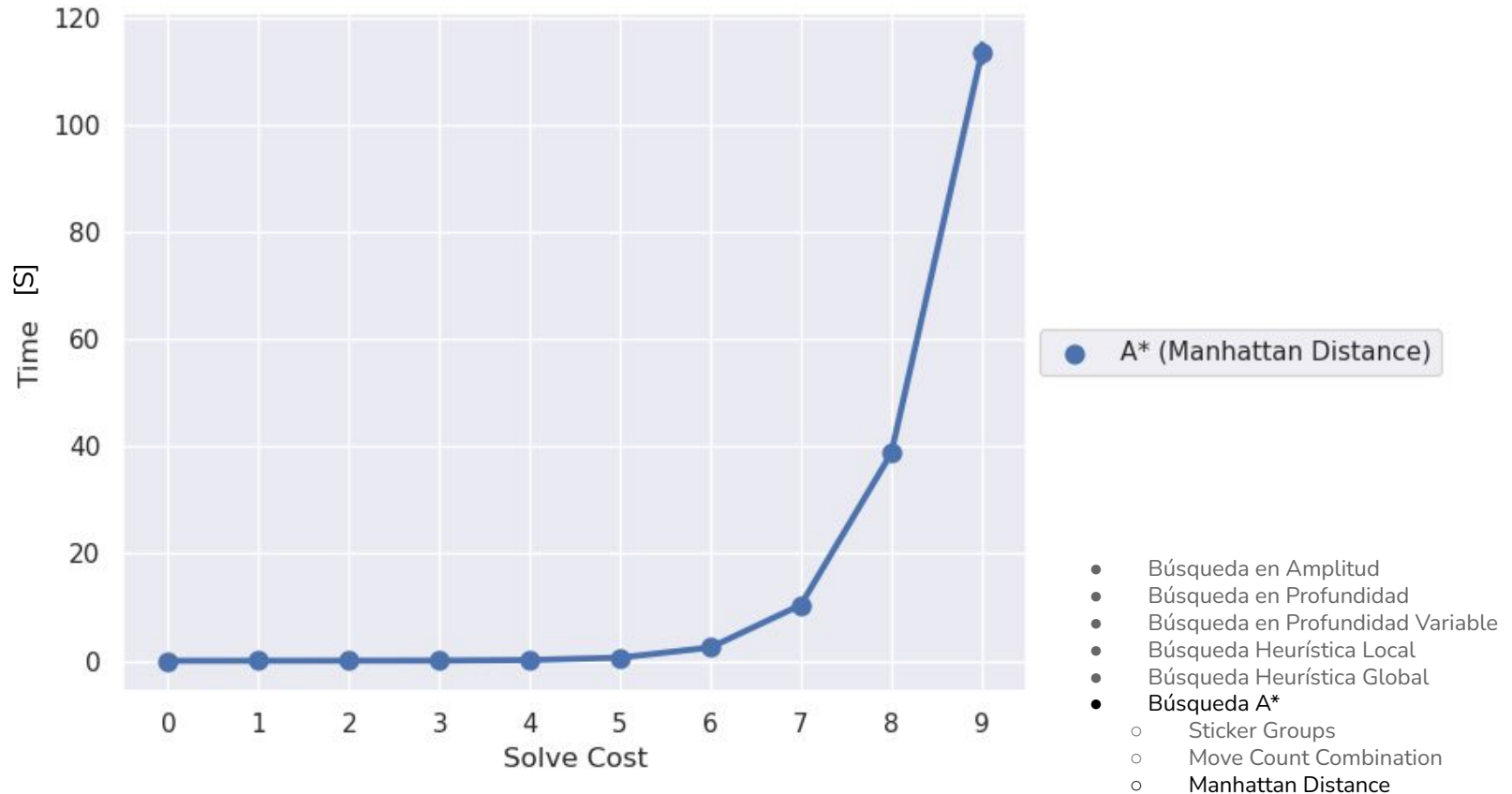
Método A* - Nodos expandidos

Manhattan distance



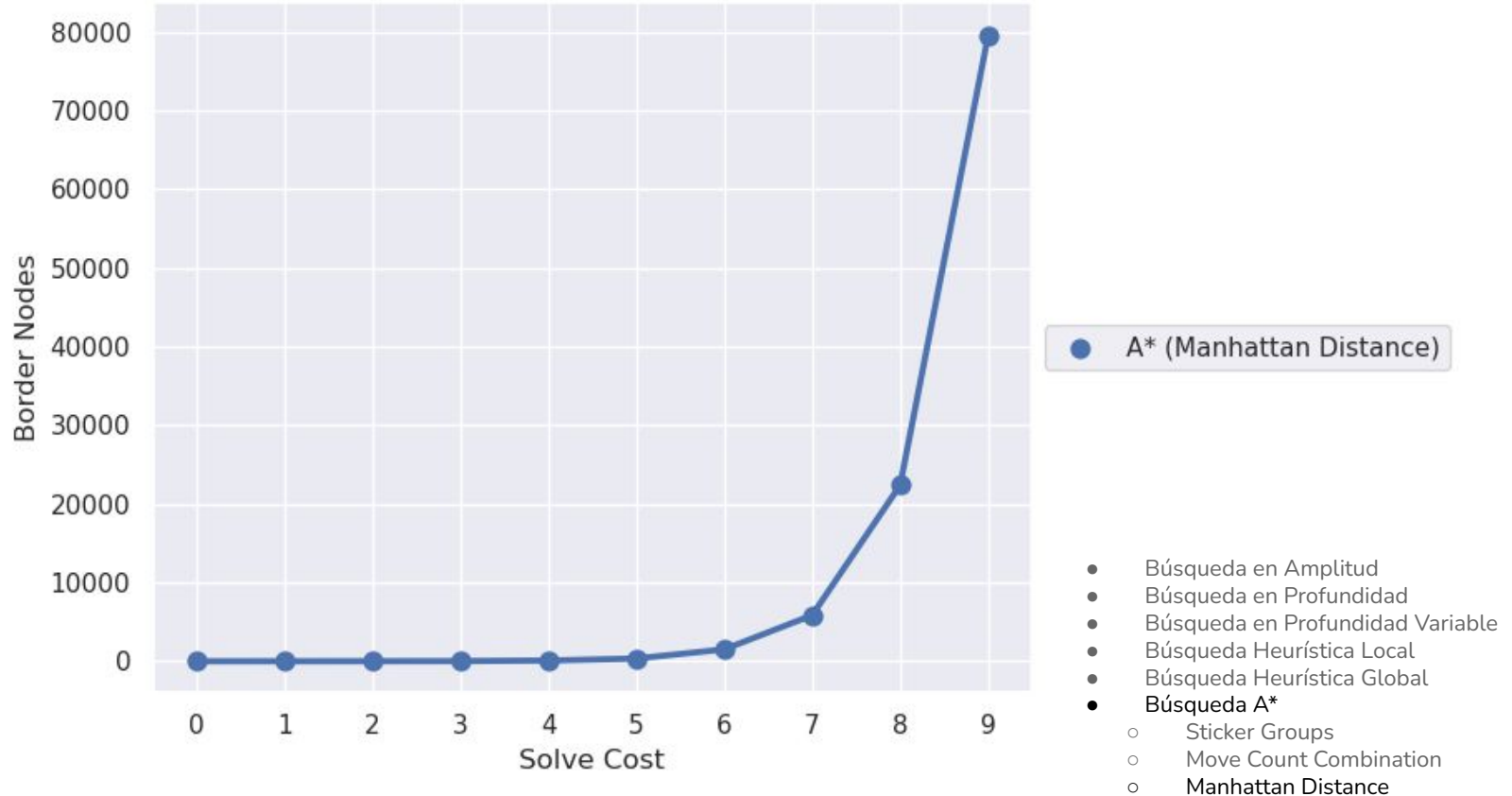
Método A* - Tiempo de ejecución

Manhattan distance



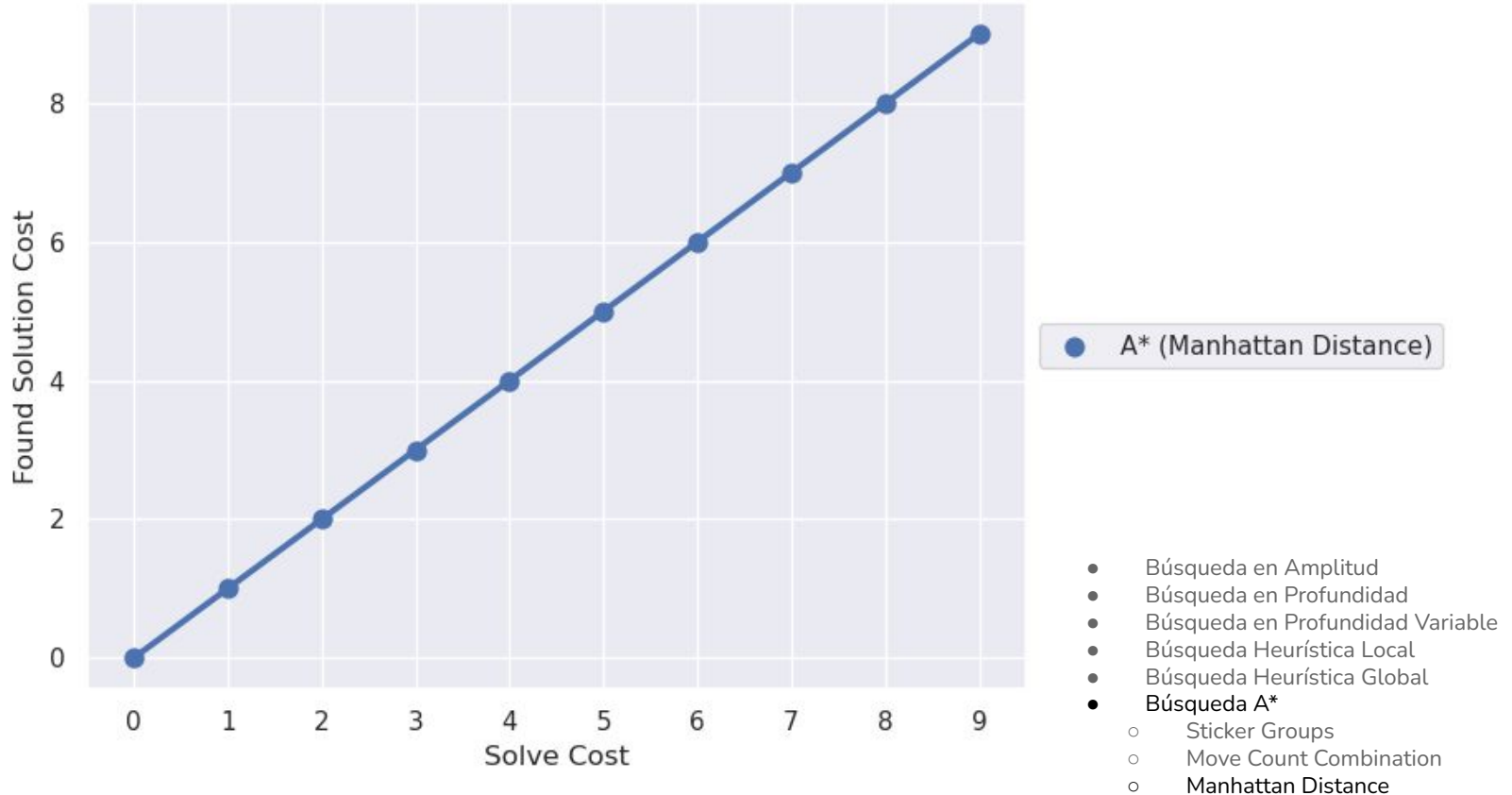
Método A* - Nodos frontera

Manhattan distance



Método A* - Coste

Manhattan distance

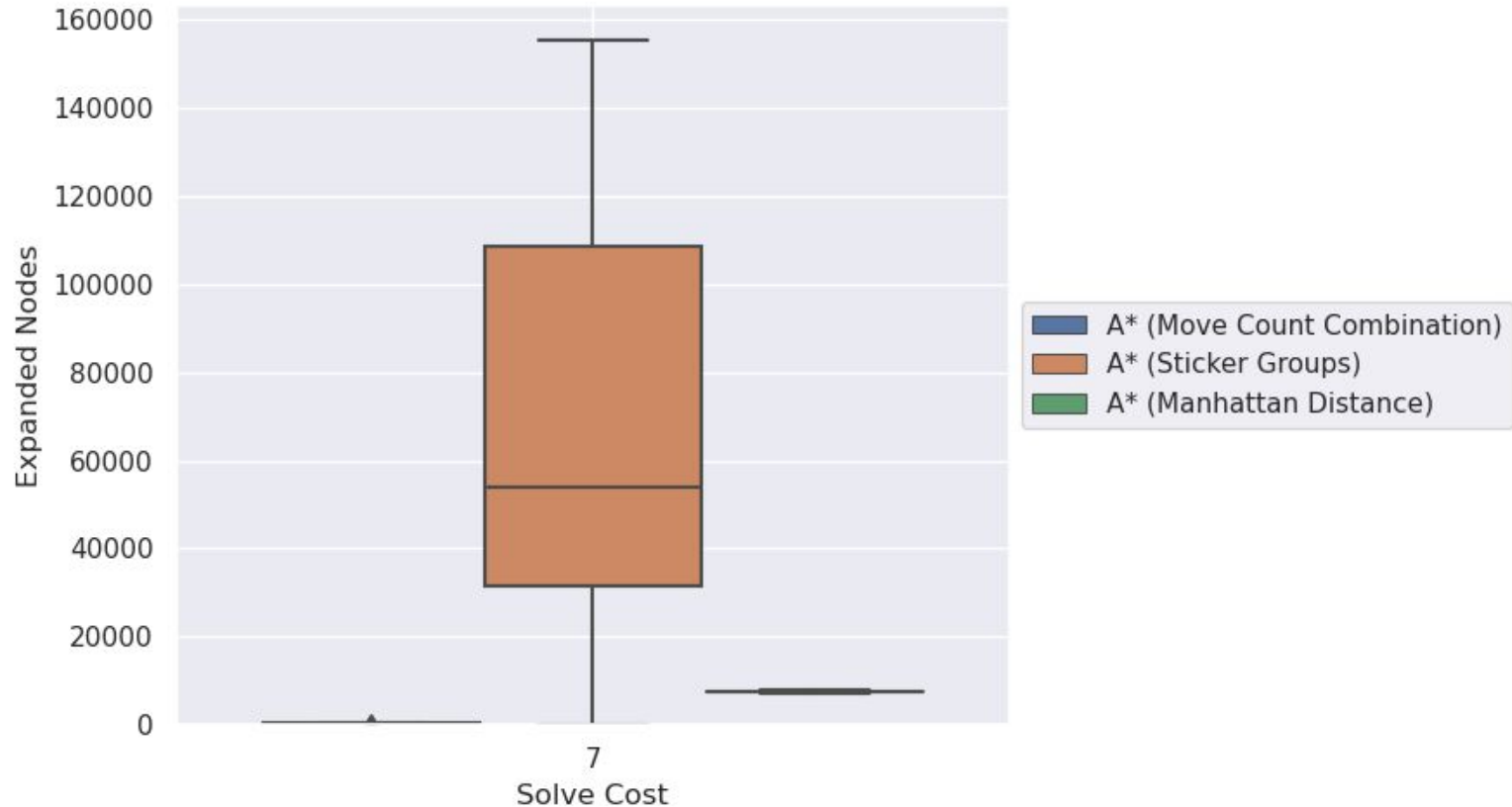




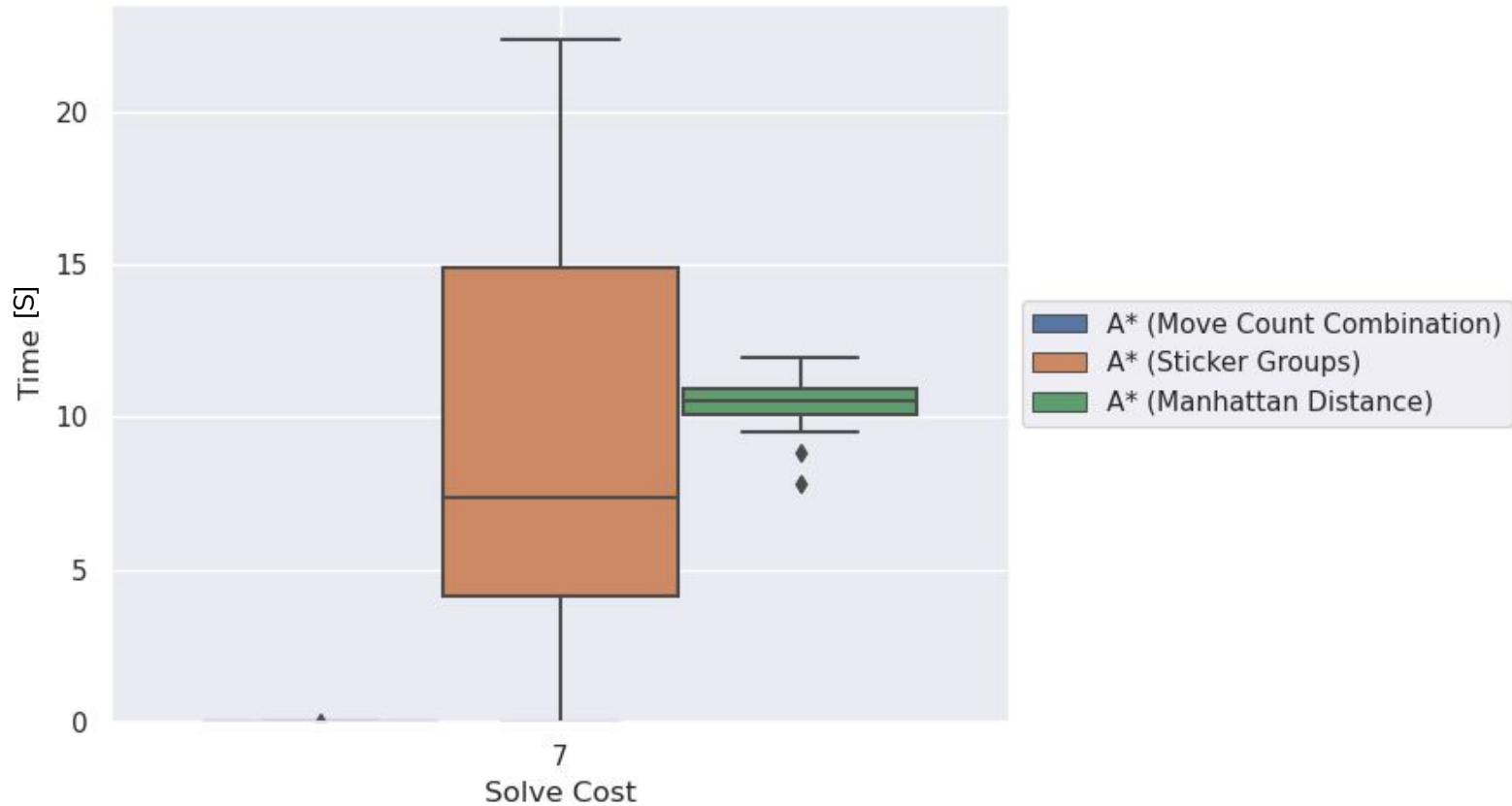
Comparaciones entre Heurísticas



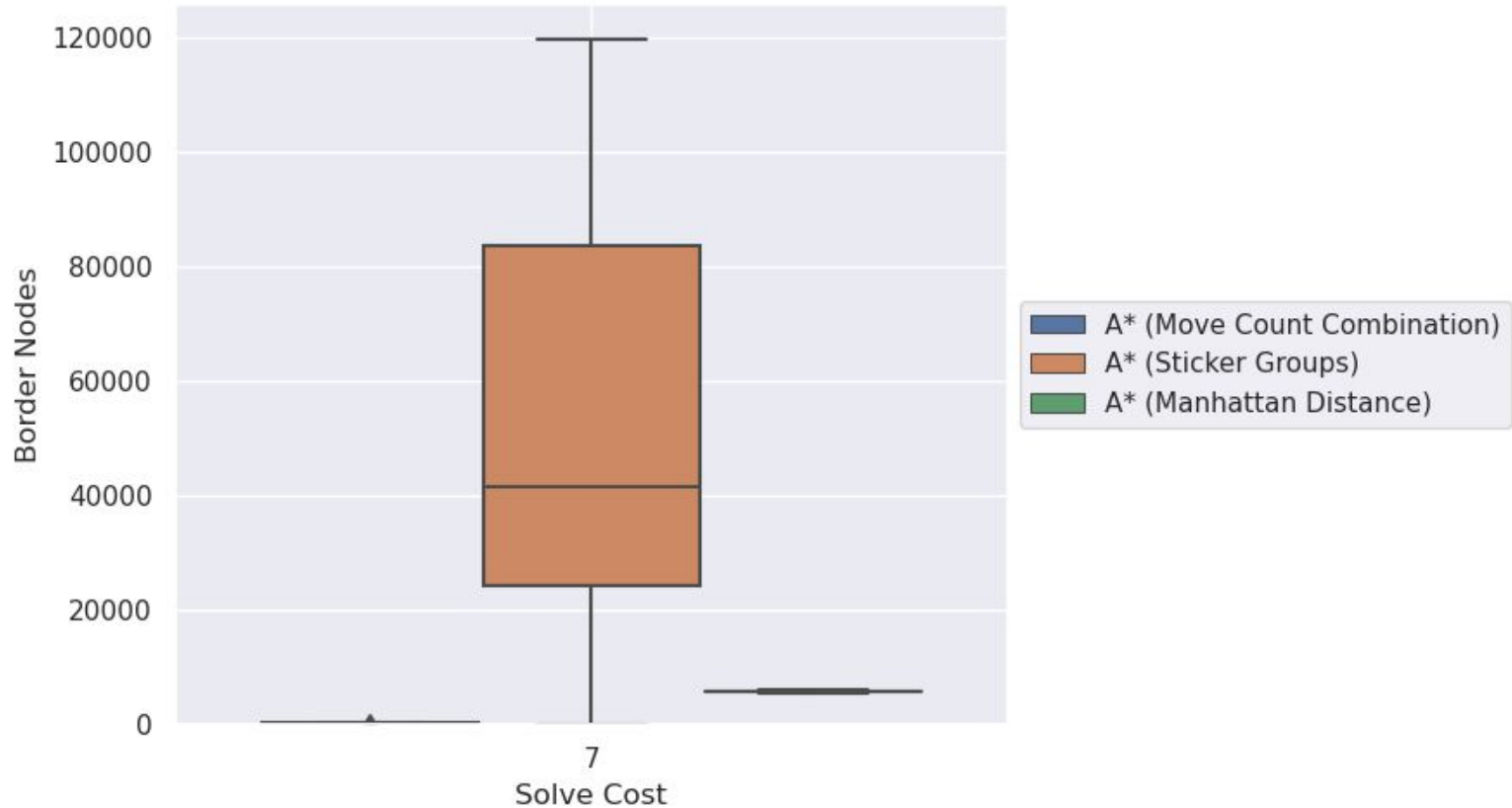
Nodos expandidos (usando A*)



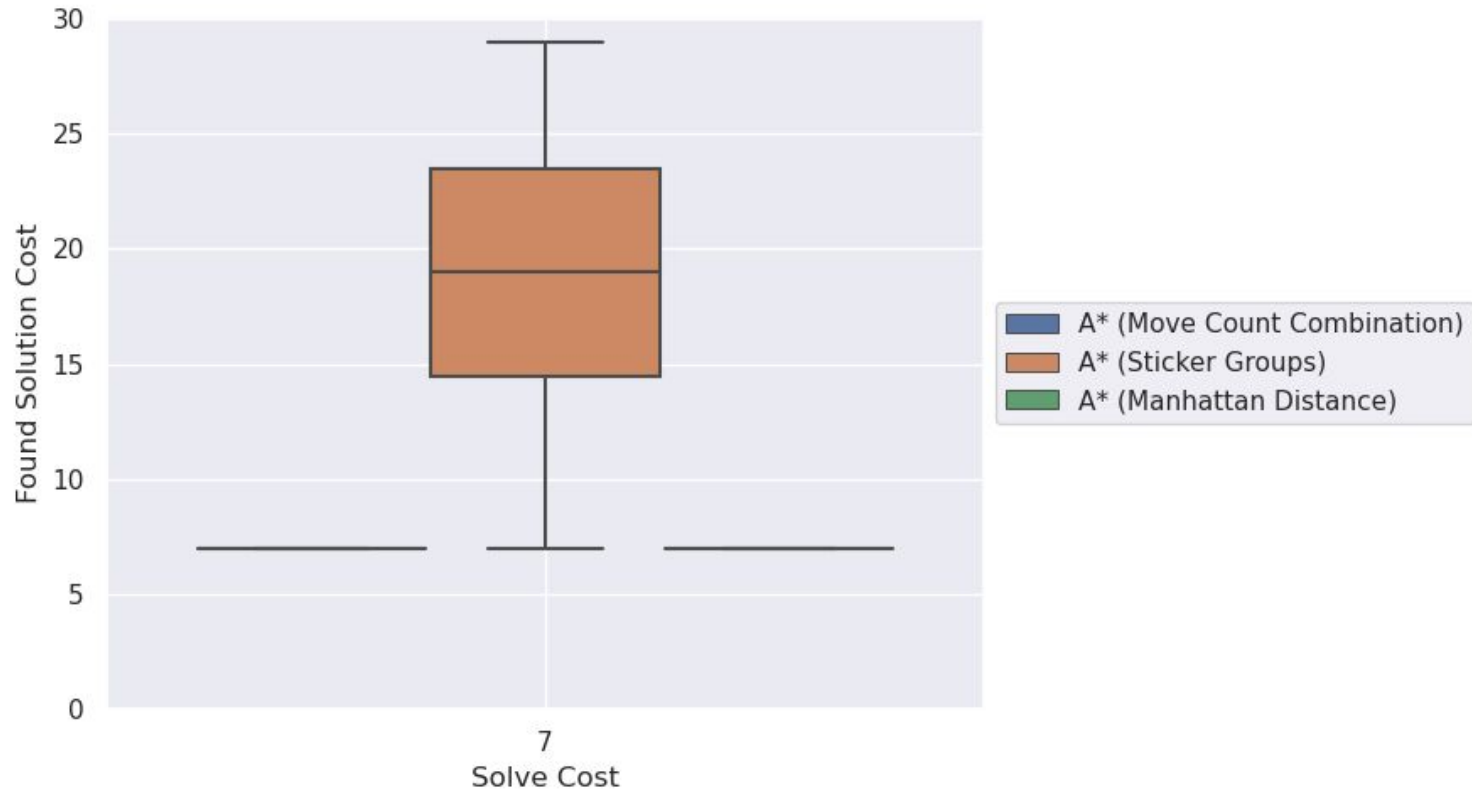
Tiempo (usando A*)



Nodos frontera (usando A*)



Coste (usando A*)





Conclusiones





Conclusiones

- Al definir una heurística acertada, la complejidad espacial y temporal se reduce considerablemente.
- El uso del algoritmo BPA obtiene la solución óptima (al igual que el método A*) pero con tiempos de procesamiento mucho mayores
- Se noto que en el método BPP el coste y tiempo de la solución encontrada varía notablemente
- El método BPP tiene una gran mejora de rendimiento si se establece un límite de profundidad (BPPV)