



Práctica 02

Análisis temporal y notación de orden (Algoritmos de búsqueda)

Equipo *Maravilla*:

Fuentes García Alan Kevin

(2014030439)

López Manríquez Ángel

(2017630941)

Ruiz López Luis Carlos

(2014081397)



Índice

1. Planteamiento del problema	2
1.1. Algoritmo de búsqueda	2
1.2. Búsqueda lineal	2
1.3. Búsqueda binaria	2
1.4. Búsqueda usando un árbol binario de búsqueda	3
2. Actividades y Pruebas	4
2.1. Análisis Teórico	4
2.1.1. Búsqueda Lineal	4
2.1.2. Búsqueda Binaria	4
2.1.3. Búsqueda con un BST	5
2.2. Registros de tiempos	6
2.3. Comportamiento temporal	97
2.4. Comparativa de tiempos	100
2.5. Aproximaciones polinomiales	101
2.6. Comparativa de las aproximaciones	104
2.7. Estimación de tiempo de paso básico	104
2.8. Estimación de tiempo de búsqueda para valores mayores de n	105
2.9. Cotas $O(f(n))$ para cada algoritmo (peor caso)	106
2.10. Cotas $O(f(n))$ para cada aproximación polinomial	106
3. Errores detectados	106
4. Anexo	106
4.1. Instrucciones de compilación en archivo Makefile	113
5. Cuestionario	115
6. Bibliografía	116

1. Planteamiento del problema

1.1. Algoritmo de búsqueda

Un algoritmo de búsqueda es aquel que está diseñado para localizar un elemento con ciertas propiedades dentro de una estructura de datos; por ejemplo, ubicar el registro correspondiente a cierta persona en una base de datos, o el mejor movimiento en una partida de ajedrez.

La variante más simple del problema es la búsqueda de un número en un vector.

1.2. Búsqueda lineal

Se utiliza cuando el vector no está ordenado o no puede ser ordenado previamente. Consiste en buscar el elemento comparándolo secuencialmente (de ahí su nombre) con cada elemento del vector hasta encontrarlo, o hasta que se llegue al final. La existencia se puede asegurar cuando el elemento es localizado, pero no podemos asegurar la no existencia hasta no haber analizado todos los elementos del vector.

Algorithm 1 linearSearch

```
1: function LINEARSEARCH( $V$  : array,  $e$ : value )
2:   for  $x \in V$  do
3:     if  $x$  is  $e$  then
4:       return true
5:     end if
6:   end for
7:   return false
8: end function
```

1.3. Búsqueda binaria

Se utiliza cuando el vector en el que queremos determinar la existencia de un elemento está previamente ordenado. Este algoritmo reduce el tiempo de búsqueda considerablemente, ya que disminuye exponencialmente el número de iteraciones necesarias. En el peor de los casos el número máximo de comparaciones es $\lfloor \log_2 n + 1 \rfloor \lfloor \log_2 n + 1 \rfloor$, donde n es el número de los elementos en el vector. Por ejemplo, en uno conteniendo 50.000.000 elementos, el algoritmo realiza como máximo 26 comparaciones.

Para implementar este algoritmo se compara el elemento a buscar con un elemento cualquiera del vector (normalmente el elemento central): si el valor de éste es mayor que el del elemento buscado se repite el procedimiento en la parte del vector que va desde el inicio de éste hasta el elemento tomado, en caso contrario se toma la parte del vector que va desde el elemento tomado hasta el final. De esta manera obtenemos intervalos cada vez más pequeños, hasta que se obtenga un intervalo indivisible. Si el elemento no se encuentra dentro de este último entonces se deduce que el elemento buscado no se encuentra en todo el vector.

A continuación se presenta el pseudocódigo del algoritmo, tomando como elemento inicial el elemento central del vector.

Algorithm 2 binarySearch

```

1: function BINARYSEARCH( $V$  : array,  $e$ : element,  $l$  :  $\mathbf{Z}^+$ ,  $r$  :  $\mathbf{Z}^+$  )
2:   if  $l > r$  then
3:     return false
4:   end if
5:    $i = l + \lfloor (r - l)/2 \rfloor$ 
6:   if  $v_i == e$  then
7:     return true
8:   end if
9:   if  $e < v_i$  then
10:    return binarySearch( $v$ ,  $e$ ,  $l$ ,  $i - 1$ )
11:  end if
12:  return binarySearch( $v$ ,  $e$ ,  $i + 1$ ,  $r$ )
13: end function

```

1.4. Búsqueda usando un arbol binario de búsqueda

Buscar por un nodo es similar a insertar el nodo. Empezamos por la raíz, y luego vamos a la izquierda o derecha hasta que encontremos o hallamos llegado a una posición invalida del árbol. Una definición recursiva es la siguiente: si el nodo es igual a la raíz, entonces lo encontramos. Si la raíz es "nula" no lo encontramos, si la clave es menor buscamos por la izquierda y si no por la derecha. Un árbol balanceado nos tomaría una complejidad $O(\lg n)$.

Algorithm 3 BST::search

```

1: function BST::SEARCH( $e$  : element )
2:   if  $root == \emptyset$  then
3:     return false
4:   end if
5:   if  $root.data == e$  then
6:     return true
7:   end if
8:   if  $e < root.data$  then
9:      $node.left.search(e)$ 
10:  end if
11:   $node.right.search(e)$ 
12: end function

```

2. Actividades y Pruebas

2.1. Análisis Teórico

2.1.1. Búsqueda Lineal

El mejor caso que se puede dar en este algoritmo es cuando el elemento que se busca, esta al principio del arreglo ordenado:

$$f_{t_{mc}}(n) = 1 = O(1)$$

El peor caso se puede dar cuando no se encuentre el elemento en el arreglo o este se encuentre al final del mismo:

$$f_{t_{pc}}(n) = n = O(n)$$

El caso medio es cuando se encuentra en medio del arreglo:

$$f_{t_{cm}}(n) = \frac{n+1}{2} = O(n)$$

2.1.2. Búsqueda Binaria

El **mejor caso** que se puede dar en este algoritmo es cuando el elemento que se busca está en medio del arreglo ordenado, lo cual solo requeriría de una operación básica y por lo tanto:

$$f_{t_{mc}}(n) = 1 = O(1)$$

El **peor caso** que se puede dar es que el número se encuentre después de hacer el mayor número de divisiones entre dos del arreglo o que no se encuentre dicho valor. Es decir:

$$f_{t_{pc}} = \lfloor \log_2(n) \rfloor + 1 = O(\log(n))$$

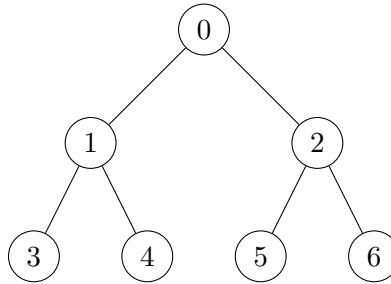
El **caso medio** considera la instancia del valor buscado en cualquiera de las n posiciones que tiene el arreglo. Para poder apreciar mejor la procedencia de la siguiente fórmula, se plantea un árbol binario completo que en el i -ésimo nivel tiene 2^i nodos que tomarían $i + 1$ divisiones en ser alcanzados. Por lo tanto la función de complejidad temporal para el caso medio de la búsqueda binaria es:

$$f_{t_{cm}}(n) = \frac{1}{n+1} \left(\sum_{i=0}^{\lfloor \log_2(n) \rfloor + 1} (i+1)2^i \right) = O(n \log(n))$$

Asumiendo que cada caso tiene la misma probabilidad de ocurrir.

2.1.3. Búsqueda con un BST

Supongamos un árbol A balanceado con $|A| = n$ elementos y una profundidad $p(A) = \lfloor \lg(n) \rfloor + 1$.



El mejor caso sería que el elemento a buscar se encuentre en la raíz de el árbol dándonos una complejidad $\mathcal{O}(1)$, el peor caso es que el árbol fuera una lista enlazada y por tanto $f_{t_{pc}}(n) = n = \mathcal{O}(n)$

Para el caso medio, consideramos todos los casos posibles, vemos que, dependiendo de el nivel es proporcional al tiempo de búsqueda, por tanto, usando la definición del tiempo promedio y suponiendo que los valores son equiprobables en cada nivel tenemos:

$$f_{t_{cm}}(n) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{\lfloor \lg(n) \rfloor + 1} i 2^i P(i) = \mathcal{O}(\log(n))$$

2.2. Registros de tiempos

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	5.0067901611e-06	1612
10000	5.0067901611e-06	1612
50000	5.0067901611e-06	1612
100000	4.0531158447e-06	1612
200000	5.0067901611e-06	1612
400000	5.0067901611e-06	1612
600000	4.0531158447e-06	1612
800000	5.0067901611e-06	1612
1000000	5.0067901611e-06	1612
2000000	3.8146972656e-06	1612
3000000	5.0067901611e-06	1612
4000000	5.0067901611e-06	1612
5000000	4.0531158447e-06	1612
6000000	5.0067901611e-06	1612
7000000	5.0067901611e-06	1612
8000000	4.0531158447e-06	1612
9000000	5.0067901611e-06	1612
10000000	5.0067901611e-06	1612

Tabla 1: Resultados de la búsqueda de 322486 usando Búsqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	2.8610229492e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5987625122e-05	-1
50000	1.3399124146e-04	-1
100000	2.4008750916e-04	-1
200000	4.7421455383e-04	-1
400000	9.4699859619e-04	-1
600000	1.4159679413e-03	-1
800000	1.8489360809e-03	-1
1000000	2.3100376129e-03	-1
2000000	4.7841072083e-03	-1
3000000	7.4620246887e-03	-1
4000000	9.8950862885e-03	-1
5000000	1.2180089951e-02	-1
6000000	1.4898061752e-02	-1
7000000	1.7196178436e-02	-1
8000000	1.9556045532e-02	-1
9000000	2.1556138992e-02	-1
10000000	2.3792028427e-02	-1

Tabla 2: Resultados de la búsqueda de 14700764 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	3.8146972656e-06	-1
5000	1.5974044800e-05	-1
10000	2.6941299438e-05	-1
50000	3.8146972656e-05	14726
100000	3.6954879761e-05	14726
200000	3.6001205444e-05	14726
400000	3.6954879761e-05	14726
600000	3.6954879761e-05	14726
800000	3.8146972656e-05	14726
1000000	3.6954879761e-05	14726
2000000	3.6954879761e-05	14726
3000000	3.6954879761e-05	14726
4000000	3.6954879761e-05	14726
5000000	3.6954879761e-05	14726
6000000	3.6954879761e-05	14726
7000000	3.6954879761e-05	14726
8000000	3.6954879761e-05	14726
9000000	3.6954879761e-05	14726
10000000	3.6001205444e-05	14726

Tabla 3: Resultados de la búsqueda de 3128036 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5033950806e-05	-1
50000	7.2002410889e-05	29545
100000	6.6995620728e-05	29545
200000	6.6995620728e-05	29545
400000	6.6995620728e-05	29545
600000	6.6995620728e-05	29545
800000	6.6995620728e-05	29545
1000000	6.6041946411e-05	29545
2000000	6.6995620728e-05	29545
3000000	6.7234039307e-05	29545
4000000	6.6995620728e-05	29545
5000000	6.6995620728e-05	29545
6000000	6.6995620728e-05	29545
7000000	6.6995620728e-05	29545
8000000	6.6995620728e-05	29545
9000000	6.6995620728e-05	29545
10000000	6.8187713623e-05	29545

Tabla 4: Resultados de la búsqueda de 6337399 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.6226043701e-05	-1
50000	1.2707710266e-04	-1
100000	2.4604797363e-04	-1
200000	4.4989585876e-04	-1
400000	8.9788436890e-04	-1
600000	1.3401508331e-03	-1
800000	1.9860267639e-03	-1
1000000	2.3500919342e-03	-1
2000000	4.8589706421e-03	-1
3000000	6.8972110748e-03	-1
4000000	9.5918178558e-03	-1
5000000	1.1862993240e-02	-1
6000000	1.3823986053e-02	-1
7000000	1.6217947006e-02	-1
8000000	1.8254041672e-02	-1
9000000	2.0500898361e-02	-1
10000000	2.2794008255e-02	-1

Tabla 5: Resultados de la búsqueda de 61396 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5987625122e-05	-1
50000	1.1992454529e-04	48375
100000	1.1205673218e-04	48375
200000	1.1205673218e-04	48375
400000	1.1205673218e-04	48375
600000	1.1205673218e-04	48375
800000	1.1205673218e-04	48375
1000000	1.1110305786e-04	48375
2000000	1.1110305786e-04	48375
3000000	1.1110305786e-04	48375
4000000	1.1205673218e-04	48375
5000000	1.1205673218e-04	48375
6000000	1.1110305786e-04	48375
7000000	1.1205673218e-04	48375
8000000	1.1205673218e-04	48375
9000000	1.1181831360e-04	48375
10000000	1.1181831360e-04	48375

Tabla 6: Resultados de la búsqueda de 10393545 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	3.8146972656e-06	-1
5000	1.5020370483e-05	-1
10000	2.6941299438e-05	-1
50000	1.2803077698e-04	-1
100000	2.4700164795e-04	-1
200000	4.7516822815e-04	-1
400000	9.4604492188e-04	-1
600000	1.4131069183e-03	-1
800000	1.8379688263e-03	-1
1000000	2.5851726532e-03	-1
2000000	4.7039985657e-03	-1
3000000	7.1661472321e-03	-1
4000000	9.5739364624e-03	-1
5000000	1.2125015259e-02	-1
6000000	1.4333963394e-02	-1
7000000	1.6993999481e-02	-1
8000000	1.9097089767e-02	-1
9000000	2.1444082260e-02	-1
10000000	2.3302078247e-02	-1

Tabla 7: Resultados de la búsqueda de 2147445644 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.3828277588e-05	-1
10000	2.4795532227e-05	-1
50000	1.2087821960e-04	-1
100000	2.2983551025e-04	-1
200000	4.4989585876e-04	-1
400000	8.9907646179e-04	-1
600000	1.3408660889e-03	-1
800000	1.7850399017e-03	-1
1000000	2.2268295288e-03	-1
2000000	4.5871734619e-03	-1
3000000	6.7849159241e-03	-1
4000000	9.0889930725e-03	-1
5000000	1.1902093887e-02	-1
6000000	1.4236927032e-02	-1
7000000	1.4227867126e-02	6031094
8000000	1.4407873154e-02	6031094
9000000	1.4322042465e-02	6031094
10000000	1.4367818832e-02	6031094

Tabla 8: Resultados de la búsqueda de 1295390003 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.5974044800e-05	-1
10000	2.8133392334e-05	-1
50000	1.3494491577e-04	-1
100000	2.4890899658e-04	-1
200000	5.1379203796e-04	-1
400000	9.9396705627e-04	-1
600000	1.5690326691e-03	-1
800000	2.0351409912e-03	-1
1000000	2.4509429932e-03	-1
2000000	4.9498081207e-03	-1
3000000	7.4138641357e-03	-1
4000000	9.7179412842e-03	-1
5000000	1.2109041214e-02	-1
6000000	1.4520883560e-02	-1
7000000	1.6961812973e-02	-1
8000000	1.8893957138e-02	-1
9000000	2.1594047546e-02	-1
10000000	2.3296833038e-02	-1

Tabla 9: Resultados de la búsqueda de 450057883 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	2.1934509277e-05	-1
10000	2.5987625122e-05	-1
50000	1.4686584473e-04	-1
100000	2.2697448730e-04	-1
200000	4.5108795166e-04	-1
400000	8.9788436890e-04	-1
600000	1.3418197632e-03	-1
800000	1.8010139465e-03	-1
1000000	2.2258758545e-03	-1
2000000	4.5349597931e-03	-1
3000000	6.7720413208e-03	-1
4000000	9.1280937195e-03	-1
5000000	1.1408090591e-02	-1
6000000	1.3677120209e-02	-1
7000000	1.5938997269e-02	-1
8000000	1.8391847610e-02	-1
9000000	2.0918846130e-02	-1
10000000	2.2866010666e-02	-1

Tabla 10: Resultados de la búsqueda de 187645041 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	3.8146972656e-06	-1
5000	1.5020370483e-05	-1
10000	2.7894973755e-05	-1
50000	1.3303756714e-04	-1
100000	2.5606155396e-04	-1
200000	4.9495697021e-04	-1
400000	9.6797943115e-04	-1
600000	1.4510154724e-03	-1
800000	1.9578933716e-03	-1
1000000	2.4151802063e-03	-1
2000000	5.0730705261e-03	-1
3000000	7.4310302734e-03	-1
4000000	1.0086059570e-02	-1
5000000	1.2580156326e-02	-1
6000000	1.5052080154e-02	-1
7000000	1.7414093018e-02	-1
8000000	1.9361019135e-02	-1
9000000	2.1351099014e-02	-1
10000000	2.4464130402e-02	-1

Tabla 11: Resultados de la búsqueda de 1980098116 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.6226043701e-05	-1
50000	1.2397766113e-04	-1
100000	2.4008750916e-04	-1
200000	4.6610832214e-04	-1
400000	9.2196464539e-04	-1
600000	1.3771057129e-03	-1
800000	1.7969608307e-03	-1
1000000	2.2249221802e-03	-1
2000000	4.4980049133e-03	-1
3000000	6.8151950836e-03	-1
4000000	9.0689659119e-03	-1
5000000	1.1844873428e-02	-1
6000000	1.3673782349e-02	-1
7000000	1.6205072403e-02	-1
8000000	1.8222093582e-02	-1
9000000	2.0605087280e-02	-1
10000000	2.2934913635e-02	-1

Tabla 12: Resultados de la búsqueda de 152503 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	3.8146972656e-06	-1
5000	1.5020370483e-05	-1
10000	2.5987625122e-05	-1
50000	1.2397766113e-04	-1
100000	2.4104118347e-04	-1
200000	4.6515464783e-04	-1
400000	9.2196464539e-04	-1
600000	1.3601779938e-03	-1
800000	1.7859935760e-03	-1
1000000	2.2270679474e-03	-1
2000000	4.4901371002e-03	-1
3000000	6.8089962006e-03	-1
4000000	9.0749263763e-03	-1
5000000	1.2136936188e-02	-1
6000000	1.4176130295e-02	-1
7000000	1.5956163406e-02	-1
8000000	1.8667936325e-02	-1
9000000	2.0833015442e-02	-1
10000000	2.2788047791e-02	-1

Tabla 13: Resultados de la búsqueda de 5000 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5033950806e-05	-1
50000	1.2111663818e-04	-1
100000	2.3388862610e-04	-1
200000	4.4989585876e-04	-1
400000	8.9812278748e-04	-1
600000	1.4219284058e-03	-1
800000	1.8570423126e-03	-1
1000000	2.3019313812e-03	-1
2000000	4.7287940979e-03	-1
3000000	7.0979595184e-03	-1
4000000	9.5069408417e-03	-1
5000000	1.1929035187e-02	-1
6000000	1.4713048935e-02	-1
7000000	1.6643047333e-02	6952608
8000000	1.6613006592e-02	6952608
9000000	1.6795873642e-02	6952608
10000000	1.6248226166e-02	6952608

Tabla 14: Resultados de la búsqueda de 1493283650 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	2.8610229492e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5987625122e-05	-1
50000	1.6784667969e-04	-1
100000	2.8014183044e-04	-1
200000	5.0806999207e-04	-1
400000	9.7298622131e-04	-1
600000	1.4529228210e-03	-1
800000	1.9030570984e-03	-1
1000000	2.5460720062e-03	-1
2000000	4.9631595612e-03	-1
3000000	7.2851181030e-03	-1
4000000	9.8180770874e-03	-1
5000000	1.2156963348e-02	-1
6000000	1.3712882996e-02	-1
7000000	1.6919136047e-02	-1
8000000	1.9427061081e-02	-1
9000000	2.1845102310e-02	-1
10000000	2.4227142334e-02	-1

Tabla 15: Resultados de la búsqueda de 214826 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	3.0994415283e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5033950806e-05	-1
50000	1.2087821960e-04	-1
100000	2.3388862610e-04	-1
200000	4.5609474182e-04	-1
400000	8.9716911316e-04	-1
600000	1.3930797577e-03	-1
800000	2.0699501038e-03	-1
1000000	2.4039745331e-03	-1
2000000	4.5089721680e-03	-1
3000000	6.8559646606e-03	-1
4000000	9.5870494843e-03	-1
5000000	1.2051105499e-02	-1
6000000	1.4364004135e-02	-1
7000000	1.6714811325e-02	-1
8000000	1.8962860107e-02	-1
9000000	2.0792007446e-02	8582391
10000000	2.0075082779e-02	8582391

Tabla 16: Resultados de la búsqueda de 1843349527 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	3.8146972656e-06	-1
5000	1.3828277588e-05	-1
10000	2.5033950806e-05	-1
50000	1.2087821960e-04	-1
100000	2.3412704468e-04	-1
200000	4.5299530029e-04	-1
400000	8.9788436890e-04	-1
600000	1.3420581818e-03	-1
800000	1.7850399017e-03	-1
1000000	2.2749900818e-03	-1
2000000	4.5421123505e-03	-1
3000000	6.8111419678e-03	-1
4000000	9.1199874878e-03	-1
5000000	1.1729001999e-02	-1
6000000	1.3743877411e-02	-1
7000000	1.6020059586e-02	-1
8000000	1.8640995026e-02	-1
9000000	2.0605087280e-02	-1
10000000	2.3375988007e-02	-1

Tabla 17: Resultados de la búsqueda de 1360839354 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	3.8146972656e-06	-1
5000	1.2874603271e-05	-1
10000	2.4795532227e-05	-1
50000	1.5687942505e-04	-1
100000	2.7418136597e-04	-1
200000	4.9090385437e-04	-1
400000	9.4985961914e-04	-1
600000	1.4338493347e-03	-1
800000	1.9829273224e-03	-1
1000000	2.3639202118e-03	-1
2000000	4.5888423920e-03	-1
3000000	7.0168972015e-03	-1
4000000	9.9320411682e-03	-1
5000000	1.1951923370e-02	-1
6000000	1.4547109604e-02	-1
7000000	1.7137050629e-02	-1
8000000	1.9326925278e-02	-1
9000000	2.2289037704e-02	-1
10000000	2.3614168167e-02	9822540

Tabla 18: Resultados de la búsqueda de 2109248666 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	4.0531158447e-06	-1
5000	1.4066696167e-05	-1
10000	2.5033950806e-05	-1
50000	1.2111663818e-04	-1
100000	2.3388862610e-04	-1
200000	4.4894218445e-04	-1
400000	8.9716911316e-04	-1
600000	1.4278888702e-03	-1
800000	1.7819404602e-03	-1
1000000	2.2261142731e-03	-1
2000000	4.4889450073e-03	-1
3000000	6.8259239197e-03	-1
4000000	9.1779232025e-03	-1
5000000	1.1520147324e-02	-1
6000000	1.3757944107e-02	-1
7000000	1.6962051392e-02	-1
8000000	1.8672943115e-02	-1
9000000	2.0627975464e-02	-1
10000000	2.2899866104e-02	9999943

Tabla 19: Resultados de la búsqueda de 2147470852 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	0
1000	9.5367431641e-07	0
5000	9.5367431641e-07	0
10000	9.5367431641e-07	0
50000	9.5367431641e-07	0
100000	2.1457672119e-06	0
200000	9.5367431641e-07	0
400000	1.1920928955e-06	0
600000	1.9073486328e-06	0
800000	2.1457672119e-06	0
1000000	9.5367431641e-07	0
2000000	9.5367431641e-07	0
3000000	9.5367431641e-07	0
4000000	2.1457672119e-06	0
5000000	9.5367431641e-07	0
6000000	9.5367431641e-07	0
7000000	9.5367431641e-07	0
8000000	1.9073486328e-06	0
9000000	9.5367431641e-07	0
10000000	9.5367431641e-07	0

Tabla 20: Resultados de la búsqueda de 0 usando Busqueda Lineal.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	1612
10000	1.9073486328e-06	1612
50000	1.9073486328e-06	1612
100000	1.9073486328e-06	1612
200000	1.1920928955e-06	1612
400000	1.9073486328e-06	1612
600000	2.8610229492e-06	1612
800000	2.1457672119e-06	1612
1000000	3.0994415283e-06	1612
2000000	1.9073486328e-06	1612
3000000	2.8610229492e-06	1612
4000000	1.9073486328e-06	1612
5000000	3.0994415283e-06	1612
6000000	2.1457672119e-06	1612
7000000	2.8610229492e-06	1612
8000000	1.9073486328e-06	1612
9000000	3.0994415283e-06	1612
10000000	2.1457672119e-06	1612

Tabla 21: Resultados de la búsqueda de 322486 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	9.5367431641e-07	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	3.8146972656e-06	-1
100000	3.8146972656e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	1.9073486328e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	9.5367431641e-07	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	3.0994415283e-06	-1
10000000	1.9073486328e-06	-1

Tabla 22: Resultados de la búsqueda de 14700764 usando Búsqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.8610229492e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	14726
100000	1.9073486328e-06	14726
200000	1.9073486328e-06	14726
400000	1.1920928955e-06	14726
600000	1.9073486328e-06	14726
800000	1.9073486328e-06	14726
1000000	3.0994415283e-06	14726
2000000	2.1457672119e-06	14726
3000000	3.0994415283e-06	14726
4000000	1.9073486328e-06	14726
5000000	2.1457672119e-06	14726
6000000	2.1457672119e-06	14726
7000000	2.8610229492e-06	14726
8000000	9.5367431641e-07	14726
9000000	3.0994415283e-06	14726
10000000	2.1457672119e-06	14726

Tabla 23: Resultados de la búsqueda de 3128036 usando Búsqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	9.5367431641e-07	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	4.0531158447e-06	29545
100000	1.9073486328e-06	29545
200000	2.1457672119e-06	29545
400000	9.5367431641e-07	29545
600000	2.8610229492e-06	29545
800000	9.5367431641e-07	29545
1000000	3.0994415283e-06	29545
2000000	2.1457672119e-06	29545
3000000	3.0994415283e-06	29545
4000000	1.9073486328e-06	29545
5000000	2.8610229492e-06	29545
6000000	2.1457672119e-06	29545
7000000	1.9073486328e-06	29545
8000000	9.5367431641e-07	29545
9000000	3.0994415283e-06	29545
10000000	2.1457672119e-06	29545

Tabla 24: Resultados de la búsqueda de 6337399 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	2.1457672119e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	9.5367431641e-07	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	4.0531158447e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	4.0531158447e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	3.0994415283e-06	-1
10000000	1.1920928955e-06	-1

Tabla 25: Resultados de la búsqueda de 61396 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	48375
100000	2.1457672119e-06	48375
200000	1.9073486328e-06	48375
400000	1.9073486328e-06	48375
600000	2.1457672119e-06	48375
800000	1.9073486328e-06	48375
1000000	2.8610229492e-06	48375
2000000	1.9073486328e-06	48375
3000000	3.0994415283e-06	48375
4000000	9.5367431641e-07	48375
5000000	2.8610229492e-06	48375
6000000	1.9073486328e-06	48375
7000000	2.1457672119e-06	48375
8000000	1.9073486328e-06	48375
9000000	1.9073486328e-06	48375
10000000	2.1457672119e-06	48375

Tabla 26: Resultados de la búsqueda de 10393545 usando Búsqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	2.1457672119e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	2.1457672119e-06	-1
800000	9.5367431641e-07	-1
1000000	1.9073486328e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	2.1457672119e-06	-1
6000000	1.9073486328e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	2.1457672119e-06	-1
9000000	1.9073486328e-06	-1
10000000	2.1457672119e-06	-1

Tabla 27: Resultados de la búsqueda de 2147445644 usando Búsqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.1920928955e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	4.0531158447e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	9.5367431641e-07	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	2.1457672119e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	1.9073486328e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	2.1457672119e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	1.9073486328e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	6031094
8000000	2.8610229492e-06	6031094
9000000	2.1457672119e-06	6031094
10000000	2.1457672119e-06	6031094

Tabla 28: Resultados de la búsqueda de 1295390003 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	4.0531158447e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	3.0994415283e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	1.9073486328e-06	-1
2000000	1.9073486328e-06	-1
3000000	2.8610229492e-06	-1
4000000	2.1457672119e-06	-1
5000000	2.1457672119e-06	-1
6000000	1.9073486328e-06	-1
7000000	1.9073486328e-06	-1
8000000	2.1457672119e-06	-1
9000000	1.9073486328e-06	-1
10000000	2.1457672119e-06	-1

Tabla 29: Resultados de la búsqueda de 450057883 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.8610229492e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	2.1457672119e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	2.8610229492e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	2.1457672119e-06	-1
6000000	1.9073486328e-06	-1
7000000	1.9073486328e-06	-1
8000000	2.1457672119e-06	-1
9000000	2.1457672119e-06	-1
10000000	1.9073486328e-06	-1

Tabla 30: Resultados de la búsqueda de 187645041 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.0013580322e-05	-1
10000	1.0967254639e-05	-1
50000	4.0531158447e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	3.0994415283e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	3.0994415283e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	1.9073486328e-06	-1
7000000	1.9073486328e-06	-1
8000000	3.0994415283e-06	-1
9000000	1.9073486328e-06	-1
10000000	2.8610229492e-06	-1

Tabla 31: Resultados de la búsqueda de 1980098116 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	9.5367431641e-07	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	1.9073486328e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	1.9073486328e-06	-1
800000	1.1920928955e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	1.9073486328e-06	-1
3000000	2.8610229492e-06	-1
4000000	2.1457672119e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	1.9073486328e-06	-1
7000000	2.1457672119e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	1.9073486328e-06	-1
10000000	1.9073486328e-06	-1

Tabla 32: Resultados de la búsqueda de 152503 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	9.5367431641e-07	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	9.5367431641e-07	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	9.5367431641e-07	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	9.5367431641e-07	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	2.1457672119e-06	-1

Tabla 33: Resultados de la búsqueda de 5000 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	9.5367431641e-07	-1
600000	1.9073486328e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	9.5367431641e-07	-1
2000000	1.9073486328e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	2.1457672119e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	6952608
8000000	1.9073486328e-06	6952608
9000000	2.1457672119e-06	6952608
10000000	2.1457672119e-06	6952608

Tabla 34: Resultados de la búsqueda de 1493283650 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.8610229492e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	2.1457672119e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	9.5367431641e-07	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	9.5367431641e-07	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	1.9073486328e-06	-1
10000000	2.1457672119e-06	-1

Tabla 35: Resultados de la búsqueda de 214826 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	4.0531158447e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	9.5367431641e-07	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	2.8610229492e-06	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	2.1457672119e-06	-1
5000000	2.1457672119e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	2.1457672119e-06	-1
9000000	2.1457672119e-06	8582391
10000000	1.9073486328e-06	8582391

Tabla 36: Resultados de la búsqueda de 1843349527 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	1.9073486328e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	2.1457672119e-06	-1
5000000	4.0531158447e-06	-1
6000000	1.9073486328e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	2.8610229492e-06	-1
9000000	2.1457672119e-06	-1
10000000	2.1457672119e-06	-1

Tabla 37: Resultados de la búsqueda de 1360839354 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	9.5367431641e-07	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	1.9073486328e-06	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	2.1457672119e-06	-1
5000000	1.9073486328e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	2.1457672119e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	1.9073486328e-06	-1
10000000	2.1457672119e-06	9822540

Tabla 38: Resultados de la búsqueda de 2109248666 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	9.5367431641e-07	-1
600000	1.9073486328e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	1.9073486328e-06	-1
2000000	1.9073486328e-06	-1
3000000	2.1457672119e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	1.9073486328e-06	-1
6000000	2.1457672119e-06	-1
7000000	1.9073486328e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	2.1457672119e-06	-1
10000000	1.9073486328e-06	9999943

Tabla 39: Resultados de la búsqueda de 2147470852 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	0
1000	1.9073486328e-06	0
5000	2.1457672119e-06	0
10000	1.9073486328e-06	0
50000	1.9073486328e-06	0
100000	1.9073486328e-06	0
200000	1.9073486328e-06	0
400000	1.9073486328e-06	0
600000	2.1457672119e-06	0
800000	9.5367431641e-07	0
1000000	2.8610229492e-06	0
2000000	1.9073486328e-06	0
3000000	3.0994415283e-06	0
4000000	2.1457672119e-06	0
5000000	2.8610229492e-06	0
6000000	1.9073486328e-06	0
7000000	3.0994415283e-06	0
8000000	1.9073486328e-06	0
9000000	2.8610229492e-06	0
10000000	9.5367431641e-07	0

Tabla 40: Resultados de la búsqueda de 0 usando Busqueda Binaria.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.8146972656e-06	-1
1000	6.1988830566e-06	-1
5000	3.8146972656e-06	-1
10000	4.0531158447e-06	-1
50000	1.9073486328e-06	-1
100000	4.0531158447e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	2.8610229492e-06	-1
600000	4.0531158447e-06	-1
800000	3.8146972656e-06	-1
1000000	2.8610229492e-06	-1
2000000	4.0531158447e-06	-1
3000000	2.8610229492e-06	-1
4000000	4.0531158447e-06	-1
5000000	5.0067901611e-06	-1
6000000	5.0067901611e-06	-1
7000000	4.0531158447e-06	-1
8000000	4.0531158447e-06	-1
9000000	4.7683715820e-06	1
10000000	4.0531158447e-06	1

Tabla 41: Resultados de la búsqueda de 322486 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	2.8610229492e-06	-1
50000	2.1457672119e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	3.0994415283e-06	-1
400000	2.8610229492e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	2.1457672119e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	2.8610229492e-06	-1
9000000	3.0994415283e-06	-1
10000000	3.0994415283e-06	-1

Tabla 42: Resultados de la búsqueda de 14700764 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	2.8610229492e-06	-1
5000	2.8610229492e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	2.8610229492e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	3.0994415283e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	2.8610229492e-06	1
3000000	3.8146972656e-06	1
4000000	3.0994415283e-06	1
5000000	1.9073486328e-06	1
6000000	3.0994415283e-06	1
7000000	3.0994415283e-06	1
8000000	4.0531158447e-06	1
9000000	4.0531158447e-06	1
10000000	3.0994415283e-06	1

Tabla 43: Resultados de la búsqueda de 3128036 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	2.1457672119e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	4.0531158447e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	4.0531158447e-06	-1
2000000	2.8610229492e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	4.0531158447e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	4.0531158447e-06	1
8000000	2.8610229492e-06	1
9000000	2.8610229492e-06	1
10000000	2.8610229492e-06	1

Tabla 44: Resultados de la búsqueda de 6337399 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	3.0994415283e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	2.1457672119e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	2.8610229492e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	4.0531158447e-06	-1
3000000	4.0531158447e-06	-1
4000000	4.0531158447e-06	-1
5000000	4.0531158447e-06	-1
6000000	4.0531158447e-06	-1
7000000	3.8146972656e-06	-1
8000000	3.8146972656e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	4.0531158447e-06	-1

Tabla 45: Resultados de la búsqueda de 61396 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	2.1457672119e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	5.0067901611e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	2.8610229492e-06	-1
3000000	1.9073486328e-06	-1
4000000	3.0994415283e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	1
8000000	2.8610229492e-06	1
9000000	3.0994415283e-06	1
10000000	1.0967254639e-05	1

Tabla 46: Resultados de la búsqueda de 10393545 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	9.5367431641e-07	-1
5000	9.5367431641e-07	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	1.0013580322e-05	-1
200000	3.0994415283e-06	-1
400000	2.8610229492e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	2.8610229492e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	3.0994415283e-06	-1
5000000	1.9073486328e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	1.9073486328e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	1.9073486328e-06	-1

Tabla 47: Resultados de la búsqueda de 2147445644 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	2.8610229492e-06	-1
200000	3.0994415283e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	2.8610229492e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	2.8610229492e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	4.0531158447e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	1
10000000	2.8610229492e-06	1

Tabla 48: Resultados de la búsqueda de 1295390003 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	2.1457672119e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	1.9073486328e-06	-1
800000	3.0994415283e-06	-1
1000000	1.0967254639e-05	-1
2000000	2.8610229492e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	3.0994415283e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	3.8146972656e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	3.0994415283e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	4.0531158447e-06	-1

Tabla 49: Resultados de la búsqueda de 450057883 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	5.0067901611e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	2.8610229492e-06	-1
50000	1.9073486328e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	3.0994415283e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	4.0531158447e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	3.0994415283e-06	-1

Tabla 50: Resultados de la búsqueda de 187645041 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	1.9073486328e-06	-1
50000	2.1457672119e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	2.1457672119e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	2.1457672119e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	3.0994415283e-06	-1
9000000	2.8610229492e-06	-1
10000000	2.8610229492e-06	-1

Tabla 51: Resultados de la búsqueda de 1980098116 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.8610229492e-06	-1
1000	2.1457672119e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	4.0531158447e-06	-1
50000	1.9073486328e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	1.9073486328e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	1.9073486328e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	2.8610229492e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	4.0531158447e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	2.8610229492e-06	-1
8000000	2.8610229492e-06	-1
9000000	3.0994415283e-06	-1
10000000	3.0994415283e-06	-1

Tabla 52: Resultados de la búsqueda de 152503 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	3.0994415283e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	4.0531158447e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	3.0994415283e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	2.8610229492e-06	-1
3000000	4.0531158447e-06	-1
4000000	1.9073486328e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	3.0994415283e-06	-1
9000000	3.0994415283e-06	-1
10000000	3.0994415283e-06	-1

Tabla 53: Resultados de la búsqueda de 5000 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	1.9073486328e-06	-1
100000	2.8610229492e-06	-1
200000	3.0994415283e-06	-1
400000	2.8610229492e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	1
800000	2.8610229492e-06	1
1000000	2.1457672119e-06	1
2000000	3.0994415283e-06	1
3000000	1.9073486328e-06	1
4000000	3.0994415283e-06	1
5000000	1.9073486328e-06	1
6000000	3.0994415283e-06	1
7000000	2.8610229492e-06	1
8000000	2.8610229492e-06	1
9000000	3.0994415283e-06	1
10000000	2.8610229492e-06	1

Tabla 54: Resultados de la búsqueda de 1493283650 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	2.1457672119e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	3.0994415283e-06	-1
1000000	1.9073486328e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	4.0531158447e-06	-1
5000000	4.0531158447e-06	-1
6000000	3.8146972656e-06	-1
7000000	3.8146972656e-06	-1
8000000	3.8146972656e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	4.0531158447e-06	-1

Tabla 55: Resultados de la búsqueda de 214826 usando Busqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	3.0994415283e-06	-1
5000	2.8610229492e-06	-1
10000	3.0994415283e-06	-1
50000	4.0531158447e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	2.8610229492e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	3.0994415283e-06	-1
1000000	2.8610229492e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	4.0531158447e-06	1
4000000	3.0994415283e-06	1
5000000	4.0531158447e-06	1
6000000	3.0994415283e-06	1
7000000	3.0994415283e-06	1
8000000	2.8610229492e-06	1
9000000	4.0531158447e-06	1
10000000	2.8610229492e-06	1

Tabla 56: Resultados de la búsqueda de 1843349527 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	2.1457672119e-06	-1
10000	4.0531158447e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	1.9073486328e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	2.8610229492e-06	-1
1000000	2.8610229492e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	4.0531158447e-06	-1
5000000	4.0531158447e-06	-1
6000000	4.0531158447e-06	-1
7000000	4.0531158447e-06	-1
8000000	4.0531158447e-06	-1
9000000	5.0067901611e-06	-1
10000000	5.0067901611e-06	-1

Tabla 57: Resultados de la búsqueda de 1360839354 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	3.0994415283e-06	-1
10000	2.8610229492e-06	-1
50000	2.8610229492e-06	-1
100000	2.8610229492e-06	-1
200000	2.1457672119e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	3.0994415283e-06	-1
800000	4.0531158447e-06	-1
1000000	2.8610229492e-06	-1
2000000	5.0067901611e-06	-1
3000000	2.8610229492e-06	-1
4000000	4.0531158447e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	1
8000000	4.0531158447e-06	1
9000000	3.0994415283e-06	1
10000000	4.0531158447e-06	1

Tabla 58: Resultados de la búsqueda de 2109248666 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	2.1457672119e-06	-1
1000	1.9073486328e-06	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	2.8610229492e-06	-1
50000	3.0994415283e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	1.9073486328e-06	-1
400000	2.1457672119e-06	-1
600000	2.1457672119e-06	-1
800000	2.1457672119e-06	-1
1000000	2.1457672119e-06	-1
2000000	1.9073486328e-06	-1
3000000	2.8610229492e-06	-1
4000000	2.8610229492e-06	-1
5000000	3.0994415283e-06	-1
6000000	2.8610229492e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	3.0994415283e-06	1
9000000	3.0994415283e-06	1
10000000	3.0994415283e-06	1

Tabla 59: Resultados de la búsqueda de 2147470852 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9073486328e-06	-1
1000	9.5367431641e-07	-1
5000	1.9073486328e-06	-1
10000	2.1457672119e-06	-1
50000	2.1457672119e-06	-1
100000	3.0994415283e-06	-1
200000	2.8610229492e-06	-1
400000	3.0994415283e-06	-1
600000	2.8610229492e-06	-1
800000	1.9073486328e-06	-1
1000000	3.0994415283e-06	-1
2000000	3.0994415283e-06	-1
3000000	3.0994415283e-06	-1
4000000	3.0994415283e-06	-1
5000000	2.8610229492e-06	-1
6000000	3.0994415283e-06	-1
7000000	3.0994415283e-06	-1
8000000	2.8610229492e-06	-1
9000000	4.0531158447e-06	-1
10000000	3.0994415283e-06	-1

Tabla 60: Resultados de la búsqueda de 0 usando Búsqueda Por ABB.

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	5.4471015930e-02	-1
1000	2.8395652771e-04	-1
5000	1.0321140289e-03	1612
10000	1.8095970154e-04	1612
50000	2.0599365234e-04	1612
100000	2.6202201843e-04	1612
200000	2.6988983154e-04	1612
400000	3.9005279541e-04	1612
600000	5.2118301392e-04	1612
800000	6.3610076904e-04	1612
1000000	7.6198577881e-04	1612
2000000	1.3861656189e-03	1612
3000000	2.0110607147e-03	1612
4000000	2.6888847351e-03	1612
5000000	3.2768249512e-03	1612
6000000	4.0180683136e-03	1612
7000000	4.5840740204e-03	1612
8000000	5.1679611206e-03	1612
9000000	5.7318210602e-03	1612
10000000	6.4811706543e-03	1612

Tabla 61: Resultados de la búsqueda de 322486 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0938644409e-03	-1
1000	3.1399726868e-04	-1
5000	2.7894973755e-04	-1
10000	2.3698806763e-04	-1
50000	2.3603439331e-04	-1
100000	3.1590461731e-04	-1
200000	3.2019615173e-04	-1
400000	4.1508674622e-04	-1
600000	5.2094459534e-04	-1
800000	6.4682960510e-04	-1
1000000	8.8095664978e-04	-1
2000000	1.4030933380e-03	-1
3000000	2.0358562469e-03	-1
4000000	2.7308464050e-03	-1
5000000	3.3459663391e-03	-1
6000000	3.9429664612e-03	-1
7000000	4.5809745789e-03	-1
8000000	5.1910877228e-03	-1
9000000	5.8910846710e-03	-1
10000000	6.5000057220e-03	-1

Tabla 62: Resultados de la búsqueda de 14700764 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0890960693e-03	-1
1000	2.1719932556e-04	-1
5000	1.7404556274e-04	-1
10000	2.1505355835e-04	-1
50000	3.0517578125e-04	14726
100000	2.3889541626e-04	14726
200000	3.9815902710e-04	14726
400000	4.0411949158e-04	14726
600000	5.1093101501e-04	14726
800000	6.4778327942e-04	14726
1000000	7.4791908264e-04	14726
2000000	1.3728141785e-03	14726
3000000	2.0089149475e-03	14726
4000000	2.7039051056e-03	14726
5000000	3.2660961151e-03	14726
6000000	3.8959980011e-03	14726
7000000	4.5130252838e-03	14726
8000000	5.1639080048e-03	14726
9000000	5.8732032776e-03	14726
10000000	6.3490867615e-03	14726

Tabla 63: Resultados de la búsqueda de 3128036 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0740756989e-03	-1
1000	3.4093856812e-04	-1
5000	2.0289421082e-04	-1
10000	2.2602081299e-04	-1
50000	3.3593177795e-04	29545
100000	3.4189224243e-04	29545
200000	3.3593177795e-04	29545
400000	3.9505958557e-04	29545
600000	5.2213668823e-04	29545
800000	6.5493583679e-04	29545
1000000	7.9298019409e-04	29545
2000000	1.4050006866e-03	29545
3000000	2.0680427551e-03	29545
4000000	2.6688575745e-03	29545
5000000	3.3140182495e-03	29545
6000000	3.8800239563e-03	29545
7000000	4.5459270477e-03	29545
8000000	5.1670074463e-03	29545
9000000	5.8739185333e-03	29545
10000000	6.3738822937e-03	29545

Tabla 64: Resultados de la búsqueda de 6337399 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0871887207e-03	-1
1000	2.2292137146e-04	-1
5000	2.5320053101e-04	-1
10000	1.8715858459e-04	-1
50000	2.0909309387e-04	-1
100000	3.0088424683e-04	-1
200000	3.1089782715e-04	-1
400000	4.2581558228e-04	-1
600000	5.3405761719e-04	-1
800000	6.5398216248e-04	-1
1000000	7.7509880066e-04	-1
2000000	1.4760494232e-03	-1
3000000	2.0968914032e-03	-1
4000000	2.7318000793e-03	-1
5000000	3.3309459686e-03	-1
6000000	3.9880275726e-03	-1
7000000	4.5881271362e-03	-1
8000000	5.2471160889e-03	-1
9000000	5.9058666229e-03	-1
10000000	6.6390037537e-03	-1

Tabla 65: Resultados de la búsqueda de 61396 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0390281677e-03	-1
1000	2.6392936707e-04	-1
5000	2.7585029602e-04	-1
10000	2.2196769714e-04	-1
50000	3.4117698669e-04	48375
100000	2.6106834412e-04	48375
200000	2.7608871460e-04	48375
400000	4.2605400085e-04	48375
600000	5.3310394287e-04	48375
800000	6.6208839417e-04	48375
1000000	7.6222419739e-04	48375
2000000	1.4030933380e-03	48375
3000000	2.0160675049e-03	48375
4000000	2.6969909668e-03	48375
5000000	3.3979415894e-03	48375
6000000	3.9191246033e-03	48375
7000000	4.6150684357e-03	48375
8000000	5.1691532135e-03	48375
9000000	5.8128833771e-03	48375
10000000	6.3838958740e-03	48375

Tabla 66: Resultados de la búsqueda de 10393545 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1410713196e-03	-1
1000	2.1600723267e-04	-1
5000	2.4604797363e-04	-1
10000	1.8286705017e-04	-1
50000	2.5606155396e-04	-1
100000	2.4390220642e-04	-1
200000	2.9420852661e-04	-1
400000	4.2104721069e-04	-1
600000	5.3501129150e-04	-1
800000	6.6304206848e-04	-1
1000000	7.7390670776e-04	-1
2000000	1.4030933380e-03	-1
3000000	2.0468235016e-03	-1
4000000	2.7558803558e-03	-1
5000000	3.3199787140e-03	-1
6000000	4.0547847748e-03	-1
7000000	4.5831203461e-03	-1
8000000	5.2690505981e-03	-1
9000000	6.0081481934e-03	-1
10000000	6.4749717712e-03	-1

Tabla 67: Resultados de la búsqueda de 2147445644 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1169910431e-03	-1
1000	2.0599365234e-04	-1
5000	2.9897689819e-04	-1
10000	2.3412704468e-04	-1
50000	2.3722648621e-04	-1
100000	2.6607513428e-04	-1
200000	3.1995773315e-04	-1
400000	4.1699409485e-04	-1
600000	5.6290626526e-04	-1
800000	6.7090988159e-04	-1
1000000	7.9083442688e-04	-1
2000000	1.4100074768e-03	-1
3000000	2.0658969879e-03	-1
4000000	2.6938915253e-03	-1
5000000	3.4298896790e-03	-1
6000000	3.9379596710e-03	-1
7000000	2.4271011353e-03	6031094
8000000	3.6501884460e-04	6031094
9000000	5.7640075684e-03	6031094
10000000	6.2930583954e-03	6031094

Tabla 68: Resultados de la búsqueda de 1295390003 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0540485382e-03	-1
1000	2.1481513977e-04	-1
5000	2.5796890259e-04	-1
10000	2.6893615723e-04	-1
50000	2.2196769714e-04	-1
100000	2.5510787964e-04	-1
200000	2.8705596924e-04	-1
400000	4.3296813965e-04	-1
600000	5.3787231445e-04	-1
800000	6.5588951111e-04	-1
1000000	8.0084800720e-04	-1
2000000	1.4119148254e-03	-1
3000000	2.0439624786e-03	-1
4000000	2.6760101318e-03	-1
5000000	3.3299922943e-03	-1
6000000	3.9768218994e-03	-1
7000000	4.6849250793e-03	-1
8000000	5.2349567413e-03	-1
9000000	5.8758258820e-03	-1
10000000	6.6459178925e-03	-1

Tabla 69: Resultados de la búsqueda de 450057883 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0659694672e-03	-1
1000	2.1910667419e-04	-1
5000	3.1495094299e-04	-1
10000	1.9001960754e-04	-1
50000	2.0098686218e-04	-1
100000	2.3984909058e-04	-1
200000	3.0589103699e-04	-1
400000	4.3082237244e-04	-1
600000	5.3191184998e-04	-1
800000	6.5398216248e-04	-1
1000000	7.6413154602e-04	-1
2000000	1.3918876648e-03	-1
3000000	2.0759105682e-03	-1
4000000	2.7220249176e-03	-1
5000000	3.3841133118e-03	-1
6000000	4.0059089661e-03	-1
7000000	4.6188831329e-03	-1
8000000	5.1820278168e-03	-1
9000000	5.8720111847e-03	-1
10000000	6.5171718597e-03	-1

Tabla 70: Resultados de la búsqueda de 187645041 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0328292847e-03	-1
1000	2.7608871460e-04	-1
5000	1.9121170044e-04	-1
10000	2.0503997803e-04	-1
50000	2.0694732666e-04	-1
100000	2.2888183594e-04	-1
200000	3.0899047852e-04	-1
400000	3.9792060852e-04	-1
600000	5.3787231445e-04	-1
800000	6.5398216248e-04	-1
1000000	7.8701972961e-04	-1
2000000	1.3909339905e-03	-1
3000000	2.2039413452e-03	-1
4000000	3.1979084015e-03	-1
5000000	3.4170150757e-03	-1
6000000	3.9792060852e-03	-1
7000000	4.6448707581e-03	-1
8000000	5.2270889282e-03	-1
9000000	5.8469772339e-03	-1
10000000	6.5948963165e-03	-1

Tabla 71: Resultados de la búsqueda de 1980098116 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1467933655e-03	-1
1000	2.7489662170e-04	-1
5000	1.9502639771e-04	-1
10000	1.9502639771e-04	-1
50000	2.2482872009e-04	-1
100000	2.3794174194e-04	-1
200000	2.9706954956e-04	-1
400000	4.1317939758e-04	-1
600000	6.4706802368e-04	-1
800000	6.6494941711e-04	-1
1000000	7.6484680176e-04	-1
2000000	1.3849735260e-03	-1
3000000	2.0389556885e-03	-1
4000000	2.7930736542e-03	-1
5000000	3.4120082855e-03	-1
6000000	3.9200782776e-03	-1
7000000	4.6360492706e-03	-1
8000000	5.1980018616e-03	-1
9000000	6.0420036316e-03	-1
10000000	8.1410408020e-03	-1

Tabla 72: Resultados de la búsqueda de 152503 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0900497437e-03	-1
1000	2.0599365234e-04	-1
5000	2.6583671570e-04	-1
10000	2.4795532227e-04	-1
50000	2.8991699219e-04	-1
100000	2.9516220093e-04	-1
200000	3.7503242493e-04	-1
400000	4.4894218445e-04	-1
600000	5.4597854614e-04	-1
800000	6.6494941711e-04	-1
1000000	7.8010559082e-04	-1
2000000	1.4009475708e-03	-1
3000000	2.0580291748e-03	-1
4000000	2.7081966400e-03	-1
5000000	3.3130645752e-03	-1
6000000	4.8379898071e-03	-1
7000000	4.6069622040e-03	-1
8000000	5.2628517151e-03	-1
9000000	5.8550834656e-03	-1
10000000	6.5419673920e-03	-1

Tabla 73: Resultados de la búsqueda de 5000 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0900497437e-03	-1
1000	2.2912025452e-04	-1
5000	2.2006034851e-04	-1
10000	2.9802322388e-04	-1
50000	3.0899047852e-04	-1
100000	2.9206275940e-04	-1
200000	3.5905838013e-04	-1
400000	4.1699409485e-04	-1
600000	5.3906440735e-04	-1
800000	6.5588951111e-04	-1
1000000	7.7891349792e-04	-1
2000000	1.3928413391e-03	-1
3000000	2.1009445190e-03	-1
4000000	2.6998519897e-03	-1
5000000	3.3729076385e-03	-1
6000000	4.0128231049e-03	-1
7000000	4.7030448914e-03	6952608
8000000	2.8150081635e-03	6952608
9000000	8.2707405090e-04	6952608
10000000	6.4048767090e-03	6952608

Tabla 74: Resultados de la búsqueda de 1493283650 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0769367218e-03	-1
1000	2.7298927307e-04	-1
5000	2.7108192444e-04	-1
10000	2.3412704468e-04	-1
50000	2.5701522827e-04	-1
100000	2.9301643372e-04	-1
200000	3.3402442932e-04	-1
400000	3.8385391235e-04	-1
600000	5.3691864014e-04	-1
800000	6.4682960510e-04	-1
1000000	7.6079368591e-04	-1
2000000	1.3780593872e-03	-1
3000000	2.0580291748e-03	-1
4000000	2.7110576630e-03	-1
5000000	3.3519268036e-03	-1
6000000	3.9641857147e-03	-1
7000000	4.6019554138e-03	-1
8000000	5.2061080933e-03	-1
9000000	5.9559345245e-03	-1
10000000	6.5479278564e-03	-1

Tabla 75: Resultados de la búsqueda de 214826 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1370182037e-03	-1
1000	3.1208992004e-04	-1
5000	2.2602081299e-04	-1
10000	1.6999244690e-04	-1
50000	2.2387504578e-04	-1
100000	2.3198127747e-04	-1
200000	2.8300285339e-04	-1
400000	4.1580200195e-04	-1
600000	5.4502487183e-04	-1
800000	6.4516067505e-04	-1
1000000	7.7509880066e-04	-1
2000000	1.3918876648e-03	-1
3000000	2.0658969879e-03	-1
4000000	2.6888847351e-03	-1
5000000	3.3569335938e-03	-1
6000000	3.9958953857e-03	-1
7000000	4.6219825745e-03	-1
8000000	5.1848888397e-03	-1
9000000	5.1162242889e-03	8582391
10000000	3.1130313873e-03	8582391

Tabla 76: Resultados de la búsqueda de 1843349527 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1279582977e-03	-1
1000	2.6607513428e-04	-1
5000	2.1314620972e-04	-1
10000	2.1600723267e-04	-1
50000	2.0289421082e-04	-1
100000	2.4604797363e-04	-1
200000	2.9587745667e-04	-1
400000	4.0888786316e-04	-1
600000	5.0997734070e-04	-1
800000	6.5302848816e-04	-1
1000000	7.5197219849e-04	-1
2000000	1.4119148254e-03	-1
3000000	2.1238327026e-03	-1
4000000	2.7909278870e-03	-1
5000000	3.3328533173e-03	-1
6000000	3.9589405060e-03	-1
7000000	4.6699047089e-03	-1
8000000	5.3491592407e-03	-1
9000000	5.9092044830e-03	-1
10000000	6.5159797668e-03	-1

Tabla 77: Resultados de la búsqueda de 1360839354 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1119842529e-03	-1
1000	2.1195411682e-04	-1
5000	1.7094612122e-04	-1
10000	1.6689300537e-04	-1
50000	1.9216537476e-04	-1
100000	2.3412704468e-04	-1
200000	2.7608871460e-04	-1
400000	5.4383277893e-04	-1
600000	5.5098533630e-04	-1
800000	6.5898895264e-04	-1
1000000	7.8892707825e-04	-1
2000000	1.3971328735e-03	-1
3000000	2.0668506622e-03	-1
4000000	2.7067661285e-03	-1
5000000	3.3321380615e-03	-1
6000000	3.9889812469e-03	-1
7000000	4.6098232269e-03	-1
8000000	5.2421092987e-03	-1
9000000	5.8729648590e-03	-1
10000000	6.2589645386e-03	9822540

Tabla 78: Resultados de la búsqueda de 2109248666 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1041164398e-03	-1
1000	2.1982192993e-04	-1
5000	2.1505355835e-04	-1
10000	2.2006034851e-04	-1
50000	2.3102760315e-04	-1
100000	2.3412704468e-04	-1
200000	3.3903121948e-04	-1
400000	4.1985511780e-04	-1
600000	5.4597854614e-04	-1
800000	6.7901611328e-04	-1
1000000	7.8082084656e-04	-1
2000000	1.4250278473e-03	-1
3000000	2.0730495453e-03	-1
4000000	2.7117729187e-03	-1
5000000	3.3440589905e-03	-1
6000000	4.0950775146e-03	-1
7000000	4.6770572662e-03	-1
8000000	5.2621364594e-03	-1
9000000	5.9940814972e-03	-1
10000000	8.2018375397e-03	9999943

Tabla 79: Resultados de la búsqueda de 2147470852 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1720657349e-03	0
1000	2.4795532227e-04	0
5000	2.6392936707e-04	0
10000	2.4700164795e-04	0
50000	2.5606155396e-04	0
100000	2.9897689819e-04	0
200000	2.9277801514e-04	0
400000	4.5204162598e-04	0
600000	5.5599212646e-04	0
800000	6.8306922913e-04	0
1000000	7.7390670776e-04	0
2000000	1.4259815216e-03	0
3000000	2.0470619202e-03	0
4000000	2.6669502258e-03	0
5000000	3.2489299774e-03	0
6000000	3.9069652557e-03	0
7000000	4.5590400696e-03	0
8000000	5.1560401917e-03	0
9000000	7.5180530548e-03	0
10000000	6.3009262085e-03	0

Tabla 80: Resultados de la búsqueda de 0 usando Búsqueda Lineal (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0988712311e-03	-1
1000	2.9897689819e-04	-1
5000	3.1185150146e-04	1612
10000	2.1600723267e-04	1612
50000	2.1409988403e-04	1612
100000	2.5391578674e-04	1612
200000	2.1791458130e-04	1612
400000	1.6999244690e-04	1612
600000	1.8215179443e-04	1612
800000	1.4710426331e-04	1612
1000000	1.7905235291e-04	1612
2000000	1.5497207642e-04	1612
3000000	1.5783309937e-04	1612
4000000	1.5807151794e-04	1612
5000000	1.5902519226e-04	1612
6000000	1.5497207642e-04	1612
7000000	1.7094612122e-04	1612
8000000	1.5902519226e-04	1612
9000000	1.5783309937e-04	1612
10000000	1.5902519226e-04	1612

Tabla 81: Resultados de la búsqueda de 322486 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0621547699e-03	-1
1000	2.3293495178e-04	-1
5000	2.3508071899e-04	-1
10000	2.1481513977e-04	-1
50000	2.3603439331e-04	-1
100000	2.2792816162e-04	-1
200000	1.7499923706e-04	-1
400000	1.9001960754e-04	-1
600000	1.8715858459e-04	-1
800000	1.4591217041e-04	-1
1000000	1.3494491577e-04	-1
2000000	1.3613700867e-04	-1
3000000	1.3303756714e-04	-1
4000000	1.3613700867e-04	-1
5000000	1.3589859009e-04	-1
6000000	1.2993812561e-04	-1
7000000	1.3208389282e-04	-1
8000000	1.3089179993e-04	-1
9000000	1.3399124146e-04	-1
10000000	1.3399124146e-04	-1

Tabla 82: Resultados de la búsqueda de 14700764 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0931491852e-03	-1
1000	2.4414062500e-04	-1
5000	2.0289421082e-04	-1
10000	1.7380714417e-04	-1
50000	2.5606155396e-04	14726
100000	1.8596649170e-04	14726
200000	1.6283988953e-04	14726
400000	1.8191337585e-04	14726
600000	1.8000602722e-04	14726
800000	1.6212463379e-04	14726
1000000	1.9097328186e-04	14726
2000000	1.7189979553e-04	14726
3000000	1.5687942505e-04	14726
4000000	1.5687942505e-04	14726
5000000	1.5711784363e-04	14726
6000000	1.4019012451e-04	14726
7000000	1.4996528625e-04	14726
8000000	1.5687942505e-04	14726
9000000	1.4495849609e-04	14726
10000000	1.5711784363e-04	14726

Tabla 83: Resultados de la búsqueda de 3128036 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0070800781e-03	-1
1000	2.0694732666e-04	-1
5000	2.0694732666e-04	-1
10000	2.1600723267e-04	-1
50000	2.9110908508e-04	29545
100000	2.1100044250e-04	29545
200000	1.7619132996e-04	29545
400000	1.8215179443e-04	29545
600000	1.6903877258e-04	29545
800000	1.7619132996e-04	29545
1000000	1.5902519226e-04	29545
2000000	1.5902519226e-04	29545
3000000	1.5783309937e-04	29545
4000000	1.6093254089e-04	29545
5000000	1.5807151794e-04	29545
6000000	1.5687942505e-04	29545
7000000	1.4877319336e-04	29545
8000000	1.6307830811e-04	29545
9000000	1.5807151794e-04	29545
10000000	1.5711784363e-04	29545

Tabla 84: Resultados de la búsqueda de 6337399 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0938644409e-03	-1
1000	2.4390220642e-04	-1
5000	2.2387504578e-04	-1
10000	2.5296211243e-04	-1
50000	2.2077560425e-04	-1
100000	1.7404556274e-04	-1
200000	1.8382072449e-04	-1
400000	1.8191337585e-04	-1
600000	1.3589859009e-04	-1
800000	1.3589859009e-04	-1
1000000	1.3518333435e-04	-1
2000000	1.3208389282e-04	-1
3000000	1.3089179993e-04	-1
4000000	1.3089179993e-04	-1
5000000	1.3399124146e-04	-1
6000000	1.3113021851e-04	-1
7000000	1.3303756714e-04	-1
8000000	1.3995170593e-04	-1
9000000	1.3089179993e-04	-1
10000000	1.3208389282e-04	-1

Tabla 85: Resultados de la búsqueda de 61396 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0569095612e-03	-1
1000	1.8906593323e-04	-1
5000	2.4890899658e-04	-1
10000	2.4485588074e-04	-1
50000	3.2901763916e-04	48375
100000	2.1505355835e-04	48375
200000	1.4615058899e-04	48375
400000	1.5997886658e-04	48375
600000	1.5711784363e-04	48375
800000	1.6379356384e-04	48375
1000000	1.5592575073e-04	48375
2000000	1.4209747314e-04	48375
3000000	1.6617774963e-04	48375
4000000	1.5711784363e-04	48375
5000000	1.5687942505e-04	48375
6000000	1.6093254089e-04	48375
7000000	1.5783309937e-04	48375
8000000	1.5687942505e-04	48375
9000000	1.5878677368e-04	48375
10000000	1.5711784363e-04	48375

Tabla 86: Resultados de la búsqueda de 10393545 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1129379272e-03	-1
1000	2.8014183044e-04	-1
5000	2.7799606323e-04	-1
10000	2.6011466980e-04	-1
50000	2.7608871460e-04	-1
100000	1.8811225891e-04	-1
200000	1.6713142395e-04	-1
400000	1.8596649170e-04	-1
600000	1.7404556274e-04	-1
800000	1.6713142395e-04	-1
1000000	1.6498565674e-04	-1
2000000	1.5807151794e-04	-1
3000000	1.6283988953e-04	-1
4000000	1.6880035400e-04	-1
5000000	1.5902519226e-04	-1
6000000	1.5902519226e-04	-1
7000000	1.6689300537e-04	-1
8000000	1.5997886658e-04	-1
9000000	1.5807151794e-04	-1
10000000	1.4710426331e-04	-1

Tabla 87: Resultados de la búsqueda de 2147445644 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0948181152e-03	-1
1000	2.2602081299e-04	-1
5000	3.1495094299e-04	-1
10000	2.4104118347e-04	-1
50000	2.2506713867e-04	-1
100000	2.2602081299e-04	-1
200000	2.0098686218e-04	-1
400000	1.9097328186e-04	-1
600000	1.7189979553e-04	-1
800000	1.4185905457e-04	-1
1000000	1.5592575073e-04	-1
2000000	1.3613700867e-04	-1
3000000	1.4114379883e-04	-1
4000000	1.3494491577e-04	-1
5000000	1.3494491577e-04	-1
6000000	1.3399124146e-04	-1
7000000	1.9884109497e-04	6031094
8000000	1.5091896057e-04	6031094
9000000	1.4877319336e-04	6031094
10000000	1.4400482178e-04	6031094

Tabla 88: Resultados de la búsqueda de 1295390003 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0659694672e-03	-1
1000	3.7193298340e-04	-1
5000	2.6679039001e-04	-1
10000	1.6713142395e-04	-1
50000	2.2792816162e-04	-1
100000	2.0790100098e-04	-1
200000	1.8811225891e-04	-1
400000	1.7690658569e-04	-1
600000	1.5902519226e-04	-1
800000	1.5592575073e-04	-1
1000000	1.6093254089e-04	-1
2000000	1.5711784363e-04	-1
3000000	1.6403198242e-04	-1
4000000	1.6283988953e-04	-1
5000000	1.5997886658e-04	-1
6000000	1.5616416931e-04	-1
7000000	1.6117095947e-04	-1
8000000	1.5902519226e-04	-1
9000000	1.6117095947e-04	-1
10000000	1.6307830811e-04	-1

Tabla 89: Resultados de la búsqueda de 450057883 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1010169983e-03	-1
1000	1.8191337585e-04	-1
5000	2.9206275940e-04	-1
10000	1.9598007202e-04	-1
50000	2.7203559875e-04	-1
100000	2.5892257690e-04	-1
200000	1.9502639771e-04	-1
400000	2.0408630371e-04	-1
600000	1.7809867859e-04	-1
800000	1.5807151794e-04	-1
1000000	1.5902519226e-04	-1
2000000	1.6021728516e-04	-1
3000000	1.5902519226e-04	-1
4000000	1.6713142395e-04	-1
5000000	1.5997886658e-04	-1
6000000	1.5783309937e-04	-1
7000000	1.4495849609e-04	-1
8000000	1.2993812561e-04	-1
9000000	1.3184547424e-04	-1
10000000	1.3303756714e-04	-1

Tabla 90: Resultados de la búsqueda de 187645041 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.2099742889e-03	-1
1000	2.2411346436e-04	-1
5000	1.6093254089e-04	-1
10000	1.5592575073e-04	-1
50000	1.4400482178e-04	-1
100000	1.8787384033e-04	-1
200000	1.6498565674e-04	-1
400000	1.7905235291e-04	-1
600000	1.6903877258e-04	-1
800000	1.4400482178e-04	-1
1000000	1.5497207642e-04	-1
2000000	1.8715858459e-04	-1
3000000	1.6403198242e-04	-1
4000000	1.4996528625e-04	-1
5000000	1.7595291138e-04	-1
6000000	1.6403198242e-04	-1
7000000	1.5997886658e-04	-1
8000000	1.5807151794e-04	-1
9000000	1.5807151794e-04	-1
10000000	1.5997886658e-04	-1

Tabla 91: Resultados de la búsqueda de 1980098116 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1861324310e-03	-1
1000	2.7394294739e-04	-1
5000	2.4104118347e-04	-1
10000	2.1195411682e-04	-1
50000	2.0384788513e-04	-1
100000	1.7094612122e-04	-1
200000	1.8405914307e-04	-1
400000	2.0384788513e-04	-1
600000	1.7786026001e-04	-1
800000	1.4781951904e-04	-1
1000000	1.6903877258e-04	-1
2000000	1.5997886658e-04	-1
3000000	1.6188621521e-04	-1
4000000	1.6403198242e-04	-1
5000000	1.4495849609e-04	-1
6000000	1.7619132996e-04	-1
7000000	1.4400482178e-04	-1
8000000	1.6593933105e-04	-1
9000000	1.3017654419e-04	-1
10000000	1.4400482178e-04	-1

Tabla 92: Resultados de la búsqueda de 152503 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0328292847e-03	-1
1000	2.6297569275e-04	-1
5000	2.3818016052e-04	-1
10000	2.0003318787e-04	-1
50000	1.4710426331e-04	-1
100000	1.4019012451e-04	-1
200000	1.7213821411e-04	-1
400000	1.7309188843e-04	-1
600000	1.6093254089e-04	-1
800000	1.6093254089e-04	-1
1000000	1.6117095947e-04	-1
2000000	1.5592575073e-04	-1
3000000	1.6498565674e-04	-1
4000000	1.4805793762e-04	-1
5000000	1.6212463379e-04	-1
6000000	1.5902519226e-04	-1
7000000	1.5902519226e-04	-1
8000000	1.5401840210e-04	-1
9000000	1.6212463379e-04	-1
10000000	1.5401840210e-04	-1

Tabla 93: Resultados de la búsqueda de 5000 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0910034180e-03	-1
1000	2.0003318787e-04	-1
5000	2.7799606323e-04	-1
10000	2.8204917908e-04	-1
50000	2.5486946106e-04	-1
100000	2.0408630371e-04	-1
200000	2.0098686218e-04	-1
400000	2.0503997803e-04	-1
600000	1.8095970154e-04	-1
800000	1.7690658569e-04	-1
1000000	1.6999244690e-04	-1
2000000	1.6188621521e-04	-1
3000000	1.6403198242e-04	-1
4000000	1.5997886658e-04	-1
5000000	1.6021728516e-04	-1
6000000	1.5997886658e-04	-1
7000000	2.2912025452e-04	6952608
8000000	1.8501281738e-04	6952608
9000000	1.7285346985e-04	6952608
10000000	1.7285346985e-04	6952608

Tabla 94: Resultados de la búsqueda de 1493283650 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0581016541e-03	-1
1000	1.8715858459e-04	-1
5000	1.7404556274e-04	-1
10000	1.8310546875e-04	-1
50000	1.8000602722e-04	-1
100000	1.5497207642e-04	-1
200000	1.4019012451e-04	-1
400000	1.3995170593e-04	-1
600000	1.3613700867e-04	-1
800000	1.3899803162e-04	-1
1000000	1.3804435730e-04	-1
2000000	1.3589859009e-04	-1
3000000	1.3995170593e-04	-1
4000000	1.3709068298e-04	-1
5000000	1.3709068298e-04	-1
6000000	1.3399124146e-04	-1
7000000	1.4805793762e-04	-1
8000000	1.3709068298e-04	-1
9000000	1.3804435730e-04	-1
10000000	1.3613700867e-04	-1

Tabla 95: Resultados de la búsqueda de 214826 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0972023010e-03	-1
1000	2.0408630371e-04	-1
5000	1.9598007202e-04	-1
10000	1.7809867859e-04	-1
50000	2.4700164795e-04	-1
100000	2.0194053650e-04	-1
200000	2.1100044250e-04	-1
400000	2.0790100098e-04	-1
600000	1.5592575073e-04	-1
800000	1.6307830811e-04	-1
1000000	1.3804435730e-04	-1
2000000	1.4400482178e-04	-1
3000000	1.3303756714e-04	-1
4000000	1.3589859009e-04	-1
5000000	1.3113021851e-04	-1
6000000	1.3113021851e-04	-1
7000000	1.3208389282e-04	-1
8000000	1.3113021851e-04	-1
9000000	1.9812583923e-04	8582391
10000000	1.5401840210e-04	8582391

Tabla 96: Resultados de la búsqueda de 1843349527 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1100769043e-03	-1
1000	2.4414062500e-04	-1
5000	2.3984909058e-04	-1
10000	2.3508071899e-04	-1
50000	3.0398368835e-04	-1
100000	2.7108192444e-04	-1
200000	2.2006034851e-04	-1
400000	1.5115737915e-04	-1
600000	1.4710426331e-04	-1
800000	1.3399124146e-04	-1
1000000	1.4090538025e-04	-1
2000000	1.3303756714e-04	-1
3000000	1.3303756714e-04	-1
4000000	1.3494491577e-04	-1
5000000	1.3089179993e-04	-1
6000000	1.3303756714e-04	-1
7000000	1.3089179993e-04	-1
8000000	1.3303756714e-04	-1
9000000	1.3184547424e-04	-1
10000000	1.3399124146e-04	-1

Tabla 97: Resultados de la búsqueda de 1360839354 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1579990387e-03	-1
1000	1.7189979553e-04	-1
5000	1.8095970154e-04	-1
10000	2.2292137146e-04	-1
50000	2.2196769714e-04	-1
100000	2.5391578674e-04	-1
200000	2.4485588074e-04	-1
400000	2.2387504578e-04	-1
600000	2.1791458130e-04	-1
800000	2.3388862610e-04	-1
1000000	1.7905235291e-04	-1
2000000	1.6117095947e-04	-1
3000000	1.6808509827e-04	-1
4000000	1.3804435730e-04	-1
5000000	1.3279914856e-04	-1
6000000	1.3399124146e-04	-1
7000000	1.2803077698e-04	-1
8000000	1.3017654419e-04	-1
9000000	1.3303756714e-04	-1
10000000	1.9192695618e-04	9822540

Tabla 98: Resultados de la búsqueda de 2109248666 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1098384857e-03	-1
1000	2.1791458130e-04	-1
5000	1.9788742065e-04	-1
10000	2.0790100098e-04	-1
50000	1.9693374634e-04	-1
100000	1.5807151794e-04	-1
200000	1.5521049500e-04	-1
400000	1.4495849609e-04	-1
600000	1.4114379883e-04	-1
800000	1.6117095947e-04	-1
1000000	1.4495849609e-04	-1
2000000	1.4400482178e-04	-1
3000000	1.4710426331e-04	-1
4000000	1.4400482178e-04	-1
5000000	1.5997886658e-04	-1
6000000	1.7690658569e-04	-1
7000000	1.3399124146e-04	-1
8000000	1.5306472778e-04	-1
9000000	1.8119812012e-04	-1
10000000	2.1886825562e-04	9999943

Tabla 99: Resultados de la búsqueda de 2147470852 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.2679100037e-03	0
1000	2.1576881409e-04	0
5000	1.7309188843e-04	0
10000	1.6713142395e-04	0
50000	2.4700164795e-04	0
100000	1.6283988953e-04	0
200000	1.4686584473e-04	0
400000	1.4185905457e-04	0
600000	1.3899803162e-04	0
800000	1.5997886658e-04	0
1000000	1.5783309937e-04	0
2000000	1.5997886658e-04	0
3000000	1.5902519226e-04	0
4000000	1.5902519226e-04	0
5000000	1.5783309937e-04	0
6000000	1.4400482178e-04	0
7000000	1.6093254089e-04	0
8000000	1.5807151794e-04	0
9000000	1.5807151794e-04	0
10000000	1.4495849609e-04	0

Tabla 100: Resultados de la búsqueda de 0 usando Búsqueda Binaria (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.9879341125e-03	-1
1000	3.5786628723e-04	-1
5000	4.7206878662e-04	-1
10000	4.1699409485e-04	-1
50000	3.0708312988e-04	-1
100000	1.9598007202e-04	-1
200000	1.9812583923e-04	-1
400000	2.4414062500e-04	-1
600000	2.6106834412e-04	-1
800000	2.7203559875e-04	-1
1000000	2.0003318787e-04	-1
2000000	2.8014183044e-04	-1
3000000	2.4008750916e-04	-1
4000000	3.0088424683e-04	-1
5000000	2.3198127747e-04	-1
6000000	2.3508071899e-04	-1
7000000	2.6607513428e-04	-1
8000000	2.3603439331e-04	-1
9000000	4.1794776917e-04	1
10000000	2.6392936707e-04	1

Tabla 101: Resultados de la búsqueda de 322486 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1100769043e-03	-1
1000	2.5105476379e-04	-1
5000	2.0909309387e-04	-1
10000	3.1495094299e-04	-1
50000	3.0589103699e-04	-1
100000	3.1995773315e-04	-1
200000	2.7108192444e-04	-1
400000	2.8109550476e-04	-1
600000	3.2305717468e-04	-1
800000	2.1696090698e-04	-1
1000000	2.2196769714e-04	-1
2000000	2.1910667419e-04	-1
3000000	2.2387504578e-04	-1
4000000	2.9397010803e-04	-1
5000000	1.9311904907e-04	-1
6000000	2.2888183594e-04	-1
7000000	2.2196769714e-04	-1
8000000	2.6798248291e-04	-1
9000000	2.5105476379e-04	-1
10000000	2.0098686218e-04	-1

Tabla 102: Resultados de la búsqueda de 14700764 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0910034180e-03	-1
1000	3.0708312988e-04	-1
5000	2.2006034851e-04	-1
10000	2.9087066650e-04	-1
50000	2.8181076050e-04	-1
100000	2.4795532227e-04	-1
200000	2.1386146545e-04	-1
400000	2.8705596924e-04	-1
600000	2.6607513428e-04	-1
800000	2.2983551025e-04	-1
1000000	2.6583671570e-04	-1
2000000	4.4202804565e-04	1
3000000	3.4999847412e-04	1
4000000	2.2196769714e-04	1
5000000	2.8610229492e-04	1
6000000	3.2019615173e-04	1
7000000	2.3293495178e-04	1
8000000	2.9897689819e-04	1
9000000	2.8300285339e-04	1
10000000	2.2602081299e-04	1

Tabla 103: Resultados de la búsqueda de 3128036 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1048316956e-03	-1
1000	2.0503997803e-04	-1
5000	1.9907951355e-04	-1
10000	2.9921531677e-04	-1
50000	2.7704238892e-04	-1
100000	2.7489662170e-04	-1
200000	2.5796890259e-04	-1
400000	2.7489662170e-04	-1
600000	2.7203559875e-04	-1
800000	2.0813941956e-04	-1
1000000	2.5415420532e-04	-1
2000000	2.6106834412e-04	-1
3000000	3.3593177795e-04	-1
4000000	2.9683113098e-04	-1
5000000	2.9587745667e-04	-1
6000000	2.7012825012e-04	-1
7000000	3.4594535828e-04	1
8000000	3.3497810364e-04	1
9000000	2.5296211243e-04	1
10000000	2.4080276489e-04	1

Tabla 104: Resultados de la búsqueda de 6337399 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1770725250e-03	-1
1000	2.0408630371e-04	-1
5000	2.2292137146e-04	-1
10000	2.8991699219e-04	-1
50000	2.7418136597e-04	-1
100000	2.8705596924e-04	-1
200000	2.6798248291e-04	-1
400000	2.6297569275e-04	-1
600000	2.1314620972e-04	-1
800000	2.7203559875e-04	-1
1000000	2.6416778564e-04	-1
2000000	2.3102760315e-04	-1
3000000	2.6202201843e-04	-1
4000000	2.5486946106e-04	-1
5000000	2.5510787964e-04	-1
6000000	2.5200843811e-04	-1
7000000	2.6488304138e-04	-1
8000000	2.2101402283e-04	-1
9000000	2.8991699219e-04	-1
10000000	2.8395652771e-04	-1

Tabla 105: Resultados de la búsqueda de 61396 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0550022125e-03	-1
1000	2.3007392883e-04	-1
5000	2.1791458130e-04	-1
10000	2.7084350586e-04	-1
50000	2.6106834412e-04	-1
100000	2.7489662170e-04	-1
200000	2.1600723267e-04	-1
400000	3.3807754517e-04	-1
600000	2.4080276489e-04	-1
800000	4.3082237244e-04	-1
1000000	2.9301643372e-04	-1
2000000	2.7799606323e-04	-1
3000000	2.7894973755e-04	-1
4000000	3.0612945557e-04	-1
5000000	2.5606155396e-04	-1
6000000	2.6106834412e-04	-1
7000000	3.6501884460e-04	1
8000000	3.3783912659e-04	1
9000000	3.5786628723e-04	1
10000000	3.1590461731e-04	1

Tabla 106: Resultados de la búsqueda de 10393545 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1529922485e-03	-1
1000	2.2912025452e-04	-1
5000	2.0384788513e-04	-1
10000	2.8014183044e-04	-1
50000	3.0398368835e-04	-1
100000	2.7394294739e-04	-1
200000	2.2387504578e-04	-1
400000	2.3102760315e-04	-1
600000	2.5105476379e-04	-1
800000	2.2315979004e-04	-1
1000000	2.4890899658e-04	-1
2000000	2.2006034851e-04	-1
3000000	2.2721290588e-04	-1
4000000	2.9087066650e-04	-1
5000000	2.6607513428e-04	-1
6000000	2.3198127747e-04	-1
7000000	2.3698806763e-04	-1
8000000	2.5701522827e-04	-1
9000000	2.6297569275e-04	-1
10000000	2.6202201843e-04	-1

Tabla 107: Resultados de la búsqueda de 2147445644 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.2059211731e-03	-1
1000	2.6321411133e-04	-1
5000	1.8405914307e-04	-1
10000	3.0112266541e-04	-1
50000	3.1495094299e-04	-1
100000	3.0398368835e-04	-1
200000	3.0493736267e-04	-1
400000	2.1815299988e-04	-1
600000	2.2602081299e-04	-1
800000	2.5081634521e-04	-1
1000000	2.8300285339e-04	-1
2000000	2.2196769714e-04	-1
3000000	2.6798248291e-04	-1
4000000	2.3698806763e-04	-1
5000000	2.1791458130e-04	-1
6000000	3.1399726868e-04	-1
7000000	2.2602081299e-04	-1
8000000	2.4604797363e-04	-1
9000000	4.2891502380e-04	1
10000000	3.0589103699e-04	1

Tabla 108: Resultados de la búsqueda de 1295390003 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	9.4485282898e-04	-1
1000	2.2912025452e-04	-1
5000	2.1505355835e-04	-1
10000	3.0899047852e-04	-1
50000	2.8014183044e-04	-1
100000	3.2901763916e-04	-1
200000	2.4485588074e-04	-1
400000	2.5582313538e-04	-1
600000	3.0088424683e-04	-1
800000	2.3102760315e-04	-1
1000000	4.6601295471e-03	-1
2000000	2.9110908508e-04	-1
3000000	1.9407272339e-04	-1
4000000	3.2711029053e-04	-1
5000000	2.7298927307e-04	-1
6000000	2.8204917908e-04	-1
7000000	2.8896331787e-04	-1
8000000	2.6106834412e-04	-1
9000000	3.3497810364e-04	-1
10000000	2.6798248291e-04	-1

Tabla 109: Resultados de la búsqueda de 450057883 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	9.2792510986e-04	-1
1000	1.9598007202e-04	-1
5000	2.2101402283e-04	-1
10000	2.7012825012e-04	-1
50000	2.6106834412e-04	-1
100000	2.8705596924e-04	-1
200000	2.2315979004e-04	-1
400000	3.3688545227e-04	-1
600000	3.7908554077e-04	-1
800000	1.9502639771e-04	-1
1000000	2.9277801514e-04	-1
2000000	2.4795532227e-04	-1
3000000	2.5296211243e-04	-1
4000000	2.1505355835e-04	-1
5000000	2.2101402283e-04	-1
6000000	2.2506713867e-04	-1
7000000	2.8181076050e-04	-1
8000000	2.3508071899e-04	-1
9000000	2.6893615723e-04	-1
10000000	2.5916099548e-04	-1

Tabla 110: Resultados de la búsqueda de 187645041 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1589527130e-03	-1
1000	2.1004676819e-04	-1
5000	2.0503997803e-04	-1
10000	2.8300285339e-04	-1
50000	2.9420852661e-04	-1
100000	3.2901763916e-04	-1
200000	2.8991699219e-04	-1
400000	2.9802322388e-04	-1
600000	2.1696090698e-04	-1
800000	2.5987625122e-04	-1
1000000	3.0684471130e-04	-1
2000000	2.8705596924e-04	-1
3000000	3.1900405884e-04	-1
4000000	2.6893615723e-04	-1
5000000	3.3092498779e-04	-1
6000000	3.1900405884e-04	-1
7000000	2.2196769714e-04	-1
8000000	2.2101402283e-04	-1
9000000	2.5296211243e-04	-1
10000000	2.3293495178e-04	-1

Tabla 111: Resultados de la búsqueda de 1980098116 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1849403381e-03	-1
1000	2.1791458130e-04	-1
5000	2.0503997803e-04	-1
10000	2.5105476379e-04	-1
50000	2.7918815613e-04	-1
100000	3.1709671021e-04	-1
200000	2.6202201843e-04	-1
400000	2.6917457581e-04	-1
600000	2.1195411682e-04	-1
800000	2.1600723267e-04	-1
1000000	3.0589103699e-04	-1
2000000	3.2806396484e-04	-1
3000000	2.6202201843e-04	-1
4000000	2.2792816162e-04	-1
5000000	2.2292137146e-04	-1
6000000	2.2888183594e-04	-1
7000000	2.8705596924e-04	-1
8000000	2.2602081299e-04	-1
9000000	2.3484230042e-04	-1
10000000	2.1982192993e-04	-1

Tabla 112: Resultados de la búsqueda de 152503 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.2590885162e-03	-1
1000	2.0694732666e-04	-1
5000	2.6106834412e-04	-1
10000	2.6512145996e-04	-1
50000	2.5987625122e-04	-1
100000	2.3698806763e-04	-1
200000	4.0102005005e-04	-1
400000	2.1910667419e-04	-1
600000	2.6702880859e-04	-1
800000	3.1399726868e-04	-1
1000000	2.6702880859e-04	-1
2000000	2.3484230042e-04	-1
3000000	2.3984909058e-04	-1
4000000	2.9301643372e-04	-1
5000000	2.4700164795e-04	-1
6000000	2.2816658020e-04	-1
7000000	2.8204917908e-04	-1
8000000	2.6488304138e-04	-1
9000000	2.5105476379e-04	-1
10000000	3.3998489380e-04	-1

Tabla 113: Resultados de la búsqueda de 5000 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1820793152e-03	-1
1000	2.1100044250e-04	-1
5000	2.1004676819e-04	-1
10000	2.9087066650e-04	-1
50000	2.6416778564e-04	-1
100000	3.1018257141e-04	-1
200000	2.6178359985e-04	-1
400000	2.5606155396e-04	-1
600000	3.9315223694e-04	1
800000	2.6011466980e-04	1
1000000	3.0398368835e-04	1
2000000	2.7203559875e-04	1
3000000	2.6297569275e-04	1
4000000	2.2196769714e-04	1
5000000	3.3783912659e-04	1
6000000	3.2401084900e-04	1
7000000	2.4414062500e-04	1
8000000	2.7203559875e-04	1
9000000	2.9397010803e-04	1
10000000	2.8800964355e-04	1

Tabla 114: Resultados de la búsqueda de 1493283650 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1470317841e-03	-1
1000	2.4008750916e-04	-1
5000	2.1195411682e-04	-1
10000	3.1089782715e-04	-1
50000	3.0398368835e-04	-1
100000	2.7918815613e-04	-1
200000	2.3794174194e-04	-1
400000	2.4199485779e-04	-1
600000	2.7108192444e-04	-1
800000	2.6392936707e-04	-1
1000000	2.2697448730e-04	-1
2000000	2.2196769714e-04	-1
3000000	7.0786476135e-04	-1
4000000	2.3198127747e-04	-1
5000000	3.2305717468e-04	-1
6000000	2.2697448730e-04	-1
7000000	2.7799606323e-04	-1
8000000	2.2697448730e-04	-1
9000000	2.1719932556e-04	-1
10000000	2.2292137146e-04	-1

Tabla 115: Resultados de la búsqueda de 214826 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1260509491e-03	-1
1000	2.2482872009e-04	-1
5000	1.8405914307e-04	-1
10000	2.7298927307e-04	-1
50000	2.8514862061e-04	-1
100000	2.5415420532e-04	-1
200000	3.4594535828e-04	-1
400000	2.6798248291e-04	-1
600000	2.6512145996e-04	-1
800000	2.6202201843e-04	-1
1000000	2.5105476379e-04	-1
2000000	2.3913383484e-04	-1
3000000	3.9792060852e-04	1
4000000	2.3484230042e-04	1
5000000	2.2816658020e-04	1
6000000	2.2697448730e-04	1
7000000	2.6416778564e-04	1
8000000	2.4414062500e-04	1
9000000	2.1696090698e-04	1
10000000	3.4904479980e-04	1

Tabla 116: Resultados de la búsqueda de 1843349527 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.1899471283e-03	-1
1000	2.2196769714e-04	-1
5000	2.2888183594e-04	-1
10000	2.7513504028e-04	-1
50000	2.4795532227e-04	-1
100000	2.5200843811e-04	-1
200000	2.2411346436e-04	-1
400000	2.3198127747e-04	-1
600000	2.0289421082e-04	-1
800000	2.0098686218e-04	-1
1000000	2.2792816162e-04	-1
2000000	2.6297569275e-04	-1
3000000	2.6202201843e-04	-1
4000000	2.5606155396e-04	-1
5000000	2.3913383484e-04	-1
6000000	2.7394294739e-04	-1
7000000	3.3783912659e-04	-1
8000000	2.6106834412e-04	-1
9000000	2.5200843811e-04	-1
10000000	2.7894973755e-04	-1

Tabla 117: Resultados de la búsqueda de 1360839354 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0559558868e-03	-1
1000	2.1886825562e-04	-1
5000	2.0503997803e-04	-1
10000	2.6106834412e-04	-1
50000	2.3293495178e-04	-1
100000	3.2997131348e-04	-1
200000	2.7990341187e-04	-1
400000	2.7394294739e-04	-1
600000	2.4700164795e-04	-1
800000	2.5892257690e-04	-1
1000000	2.4700164795e-04	-1
2000000	2.8085708618e-04	-1
3000000	2.9611587524e-04	-1
4000000	2.0885467529e-04	-1
5000000	2.2006034851e-04	-1
6000000	2.4509429932e-04	-1
7000000	3.9982795715e-04	1
8000000	2.9206275940e-04	1
9000000	2.5296211243e-04	1
10000000	3.2711029053e-04	1

Tabla 118: Resultados de la búsqueda de 2109248666 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	9.9205970764e-04	-1
1000	2.3889541626e-04	-1
5000	2.3889541626e-04	-1
10000	2.5701522827e-04	-1
50000	2.8014183044e-04	-1
100000	3.1113624573e-04	-1
200000	2.8681755066e-04	-1
400000	2.5510787964e-04	-1
600000	2.3889541626e-04	-1
800000	2.3293495178e-04	-1
1000000	2.3698806763e-04	-1
2000000	2.8610229492e-04	-1
3000000	2.3508071899e-04	-1
4000000	2.3198127747e-04	-1
5000000	2.4390220642e-04	-1
6000000	2.4199485779e-04	-1
7000000	2.9182434082e-04	-1
8000000	4.3106079102e-04	1
9000000	2.3698806763e-04	1
10000000	3.0708312988e-04	1

Tabla 119: Resultados de la búsqueda de 2147470852 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

n	Tiempo (segundos)	Resultado
100	1.0471343994e-03	-1
1000	2.0408630371e-04	-1
5000	2.1481513977e-04	-1
10000	3.0493736267e-04	-1
50000	2.7704238892e-04	-1
100000	2.7203559875e-04	-1
200000	2.5010108948e-04	-1
400000	2.7012825012e-04	-1
600000	2.1696090698e-04	-1
800000	3.0803680420e-04	-1
1000000	2.7799606323e-04	-1
2000000	2.4318695068e-04	-1
3000000	2.3698806763e-04	-1
4000000	2.4390220642e-04	-1
5000000	2.8085708618e-04	-1
6000000	3.6287307739e-04	-1
7000000	2.1290779114e-04	-1
8000000	2.7394294739e-04	-1
9000000	2.2506713867e-04	-1
10000000	2.4294853210e-04	-1

Tabla 120: Resultados de la búsqueda de 0 usando Búsqueda Por ABB (con hilos).

2.3. Comportamiento temporal

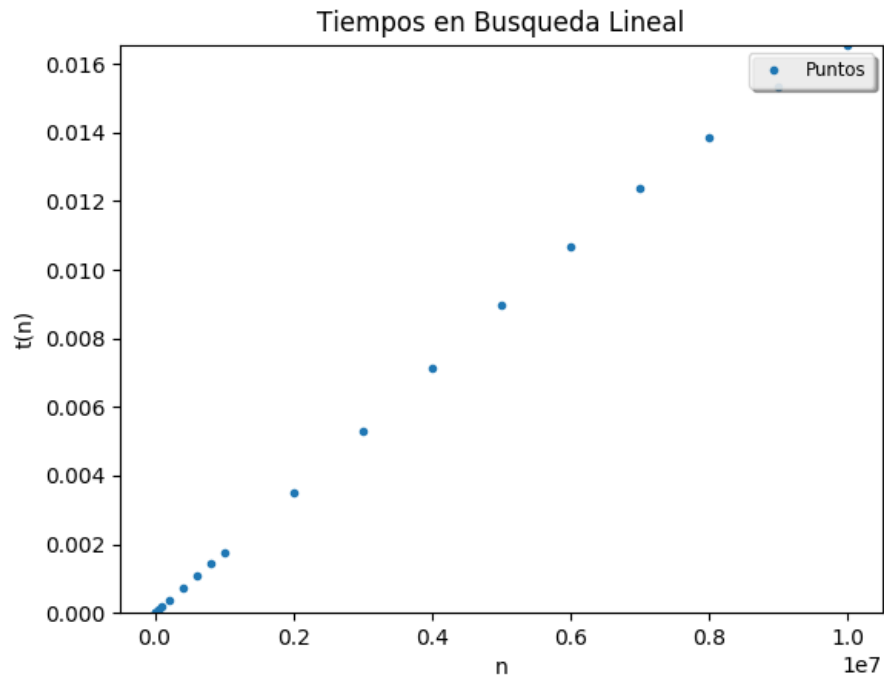


Figura 1: Comportamiento temporal de la Búsqueda Lineal

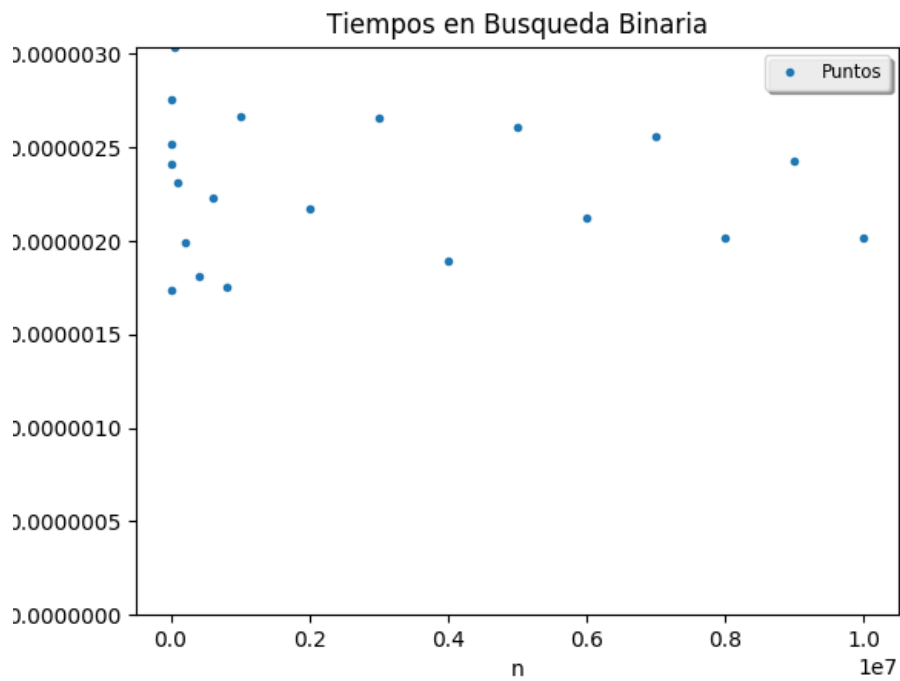


Figura 2: Comportamiento temporal de la Búsqueda Binaria

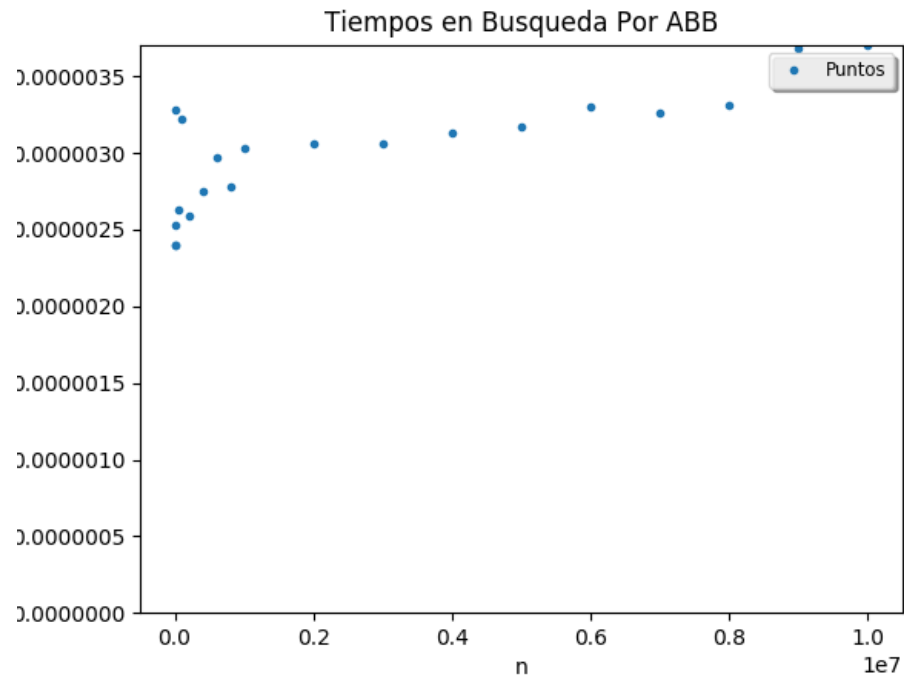


Figura 3: Comportamiento temporal de la Búsqueda por ABB

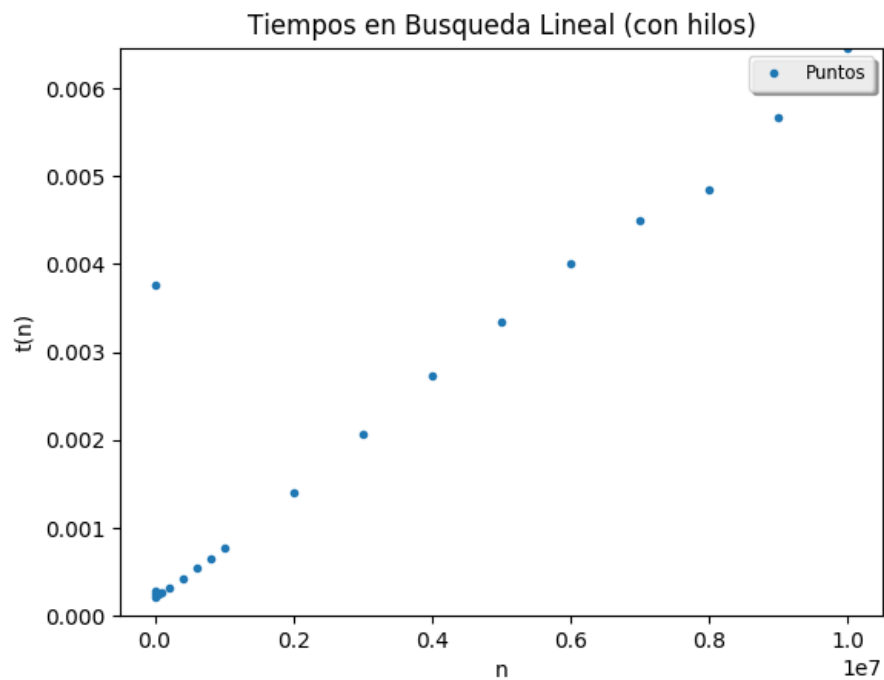


Figura 4: Comportamiento temporal de la Búsqueda Lineal (con hilos)

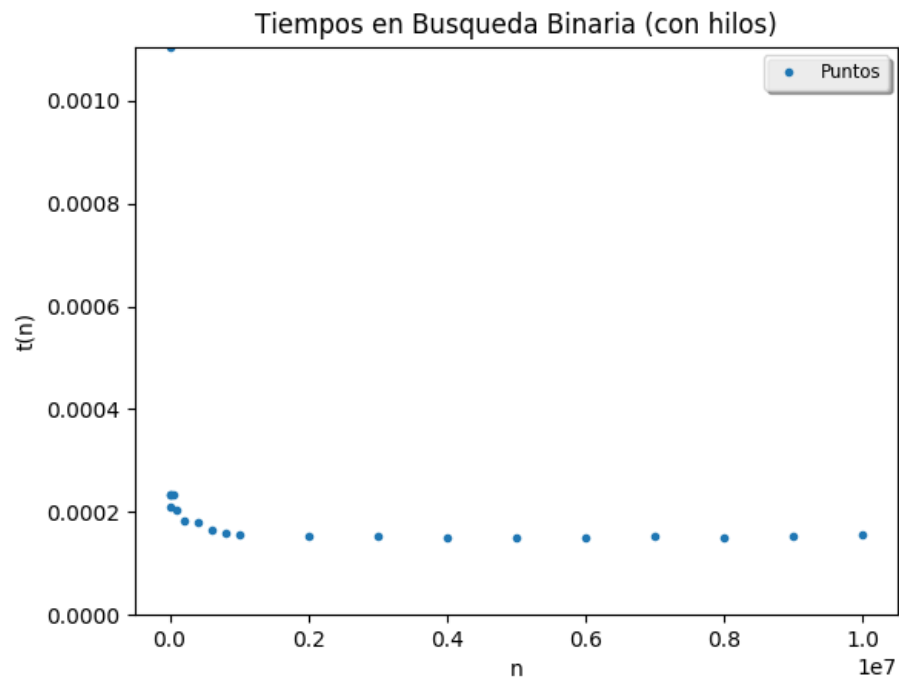


Figura 5: Comportamiento temporal de la Búsqueda Binaria (con hilos)

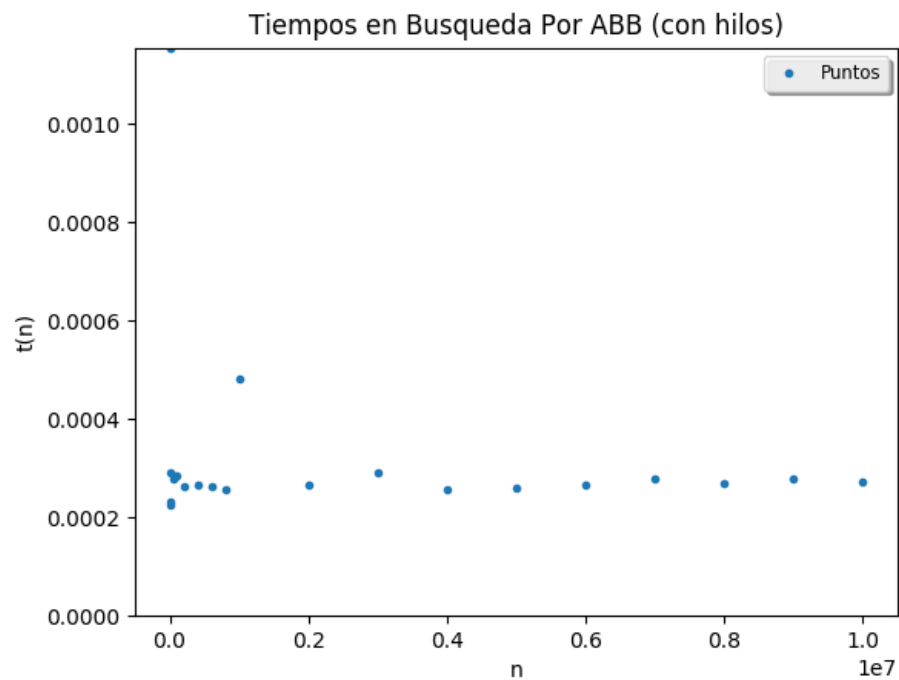


Figura 6: Comportamiento temporal de la Búsqueda por ABB (con hilos)

2.4. Comparativa de tiempos

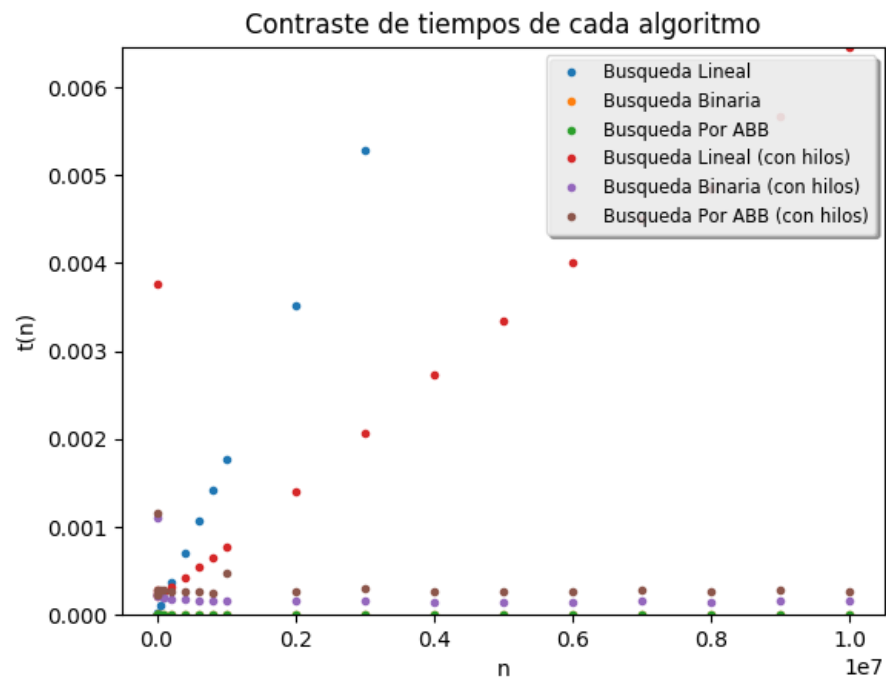


Figura 7: Comparativa de tiempos de los 6 algoritmos

2.5. Aproximaciones polinomiales

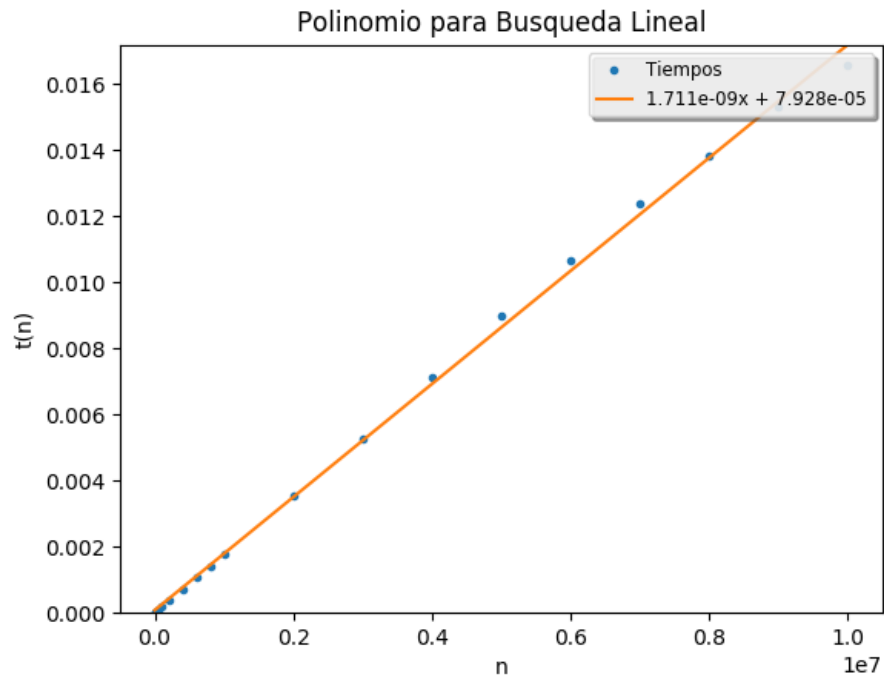


Figura 8: Aproximación polinomial de la Búsqueda Lineal

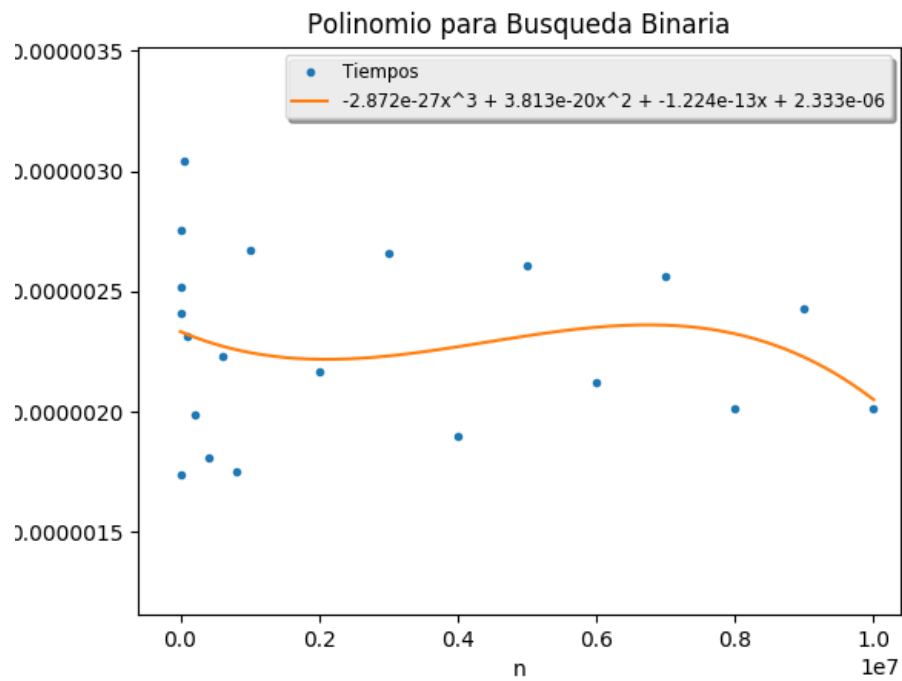


Figura 9: Aproximación polinomial de la Búsqueda Binaria

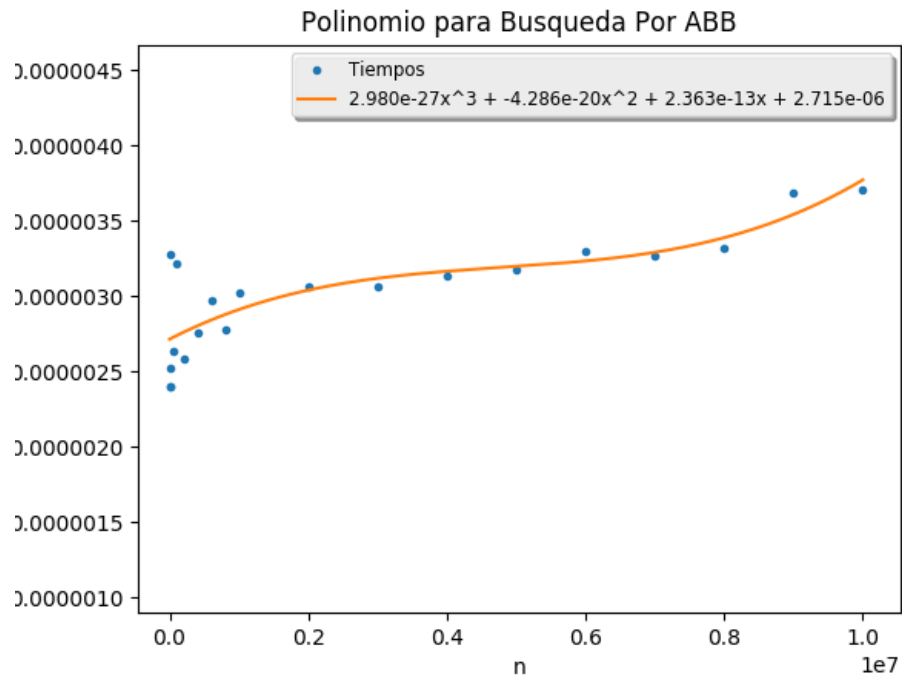


Figura 10: Aproximación polinomial de la Búsqueda por ABB

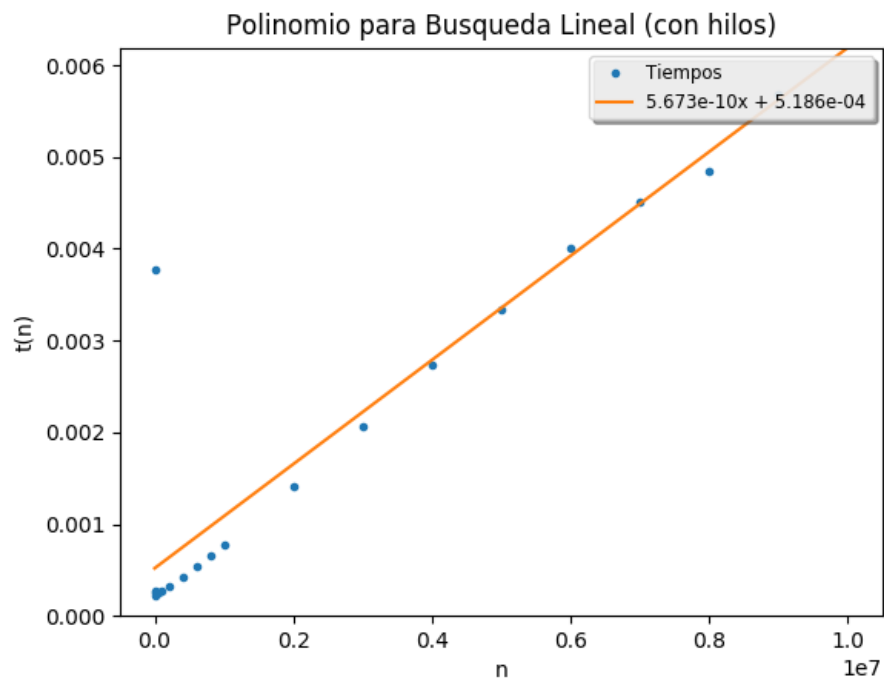


Figura 11: Aproximación polinomial de la Búsqueda Lineal (con hilos)

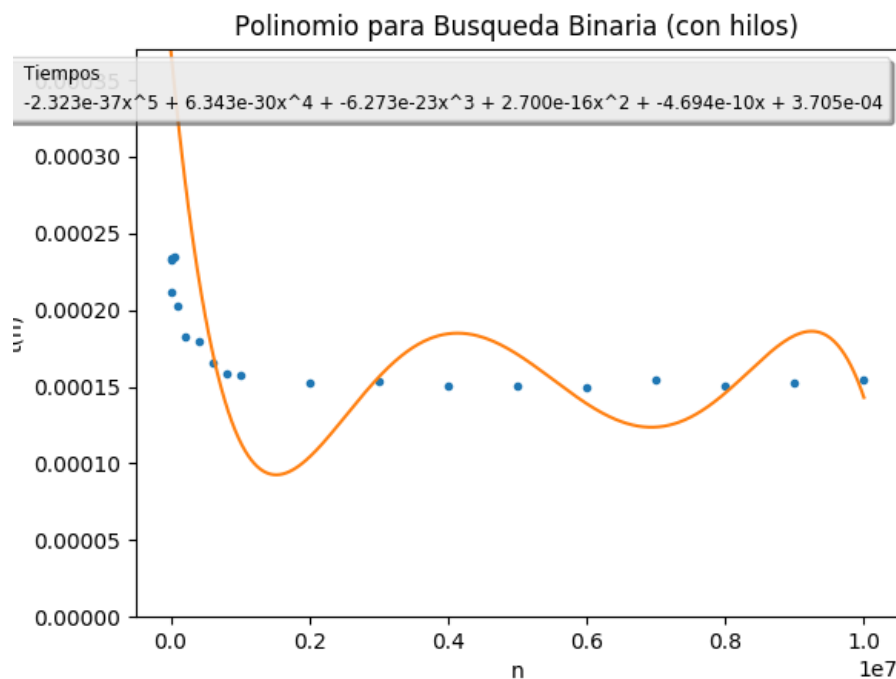


Figura 12: Aproximación polinomial de la Búsqueda Binaria (con hilos)

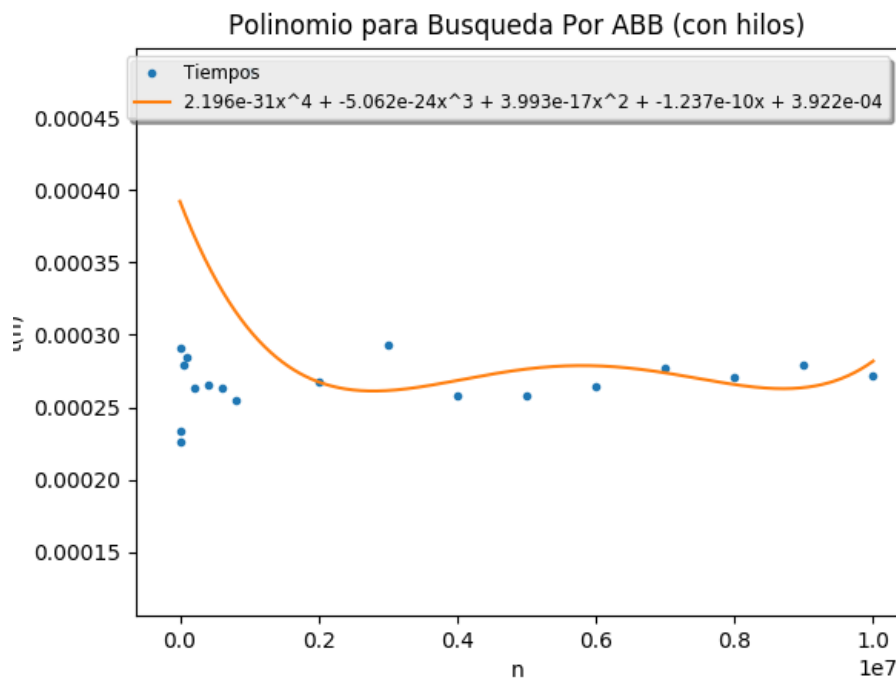


Figura 13: Aproximación polinomial de la Búsqueda por ABB (con hilos)

2.6. Comparativa de las aproximaciones

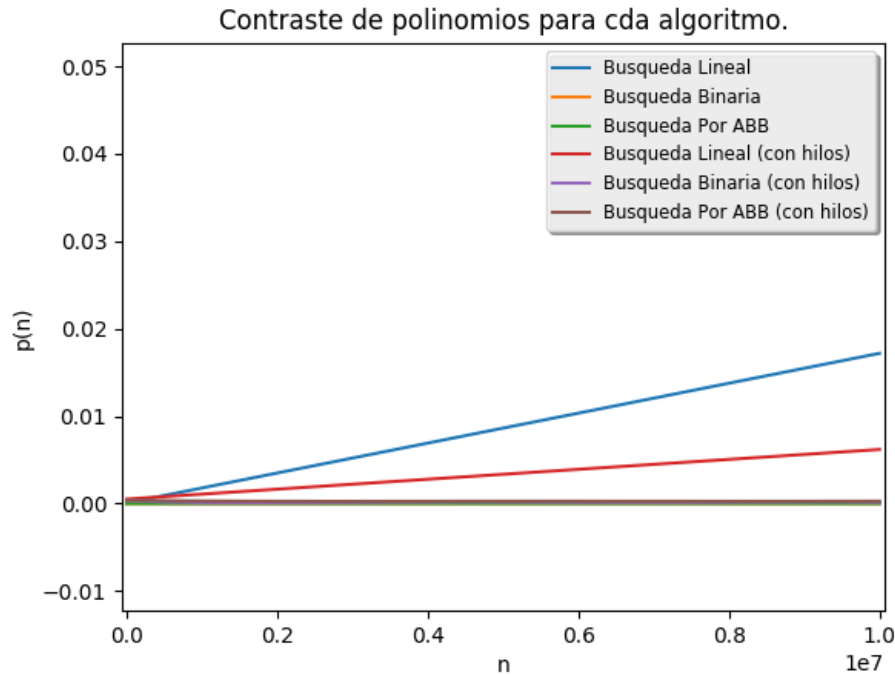


Figura 14: Comparativa de los polinomios aproximados

Como era de esperarse, los polinomios relacionados a la búsqueda lineal dan resultados mayores que el resto, seguidos por la búsqueda binaria y el árbol binario de búsqueda para un caso medio.

2.7. Estimación de tiempo de paso básico

Para calcular el tiempo que toma cada operación básica con respecto a la función de complejidad de los peores casos, se dividirá el tiempo de ejecución promedio para $n = 10^7$ (10 millones) entre la función evaluada en el mismo tamaño de problema.

Para calcular el tiempo que toma cada operación básica con respecto a los polinomios obtenidos, se dividirá el tiempo de ejecución promedio para $n = 10^7$ (10 millones) entre el polinomio del respectivo algoritmo evaluado en el mismo tamaño de problema.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

Para la Búsqueda Lineal

Peor caso B.L.: $n + 1$

Polinomio B.L.: $1.711e - 09n + 7.928e - 05$

Tiempo teórico op. básica B.L.: $1.656e - 09s$

Tiempo real op. básica B.L.: $9.638e - 01s$

Aproximación B.L.: -58190802671.76%

Para la Búsqueda Binaria

Peor caso B.B.: $\lfloor \log_2(n) \rfloor + 1$

Polinomio B.B.: $-2.872e - 27n^3 + 3.813e - 20n^2 + -1.224e - 13n + 2.333e - 06$

Tiempo teórico op. básica B.B.: $8.307e - 08s$

Tiempo real op. básica B.B.: $9.826e - 01s$

Aproximación B.B.: -1182928604.530160%

Para la Búsqueda por ABB

Peor caso A.B.B.: $n + 1$

Polinomio A.B.B.: $2.980e - 27n^3 + -4.286e - 20n^2 + 2.363e - 13n + 2.715e - 06$

Tiempo teórico op. básica A.B.B.: $3.707e - 13s$

Tiempo real op. básica A.B.B.: $9.829e - 01s$

Aproximación A.B.B.: $-265108671557027.937500 \%$

2.8. Estimación de tiempo de búsqueda para valores mayores de n

Dados los tres tiempos obtenidos en el punto anterior, para los peores casos de cada algoritmo, se obtuvieron los siguientes tiempos de búsqueda para los siguientes tamaños de problema: $n = 50000000, 100000000, 500000000$

Para la búsqueda lineal

$f_{t_{p_{lineal}}}(50000000) = 50000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 50000000$: $8.282e-02s$

$f_{t_{p_{lineal}}}(100000000) = 100000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 100000000$: $1.656e-01s$

$f_{t_{p_{lineal}}}(500000000) = 500000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 500000000$: $8.282e-01s$

$f_{t_{p_{lineal}}}(1000000000) = 1000000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 1000000000$: $1.656e+00s$

$f_{t_{p_{lineal}}}(5000000000) = 5000000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 5000000000$: $8.282e+00s$

Para la búsqueda binaria

$f_{t_{p_{binaria}}}(50000000) = 26.0$

Tiempo de búsqueda para $n = 50000000$: $2.208e-06s$

$f_{t_{p_{binaria}}}(100000000) = 27.0$

Tiempo de búsqueda para $n = 100000000$: $2.291e-06s$

$f_{t_{p_{binaria}}}(500000000) = 29.0$

Tiempo de búsqueda para $n = 500000000$: $2.483e-06s$

$f_{t_{p_{binaria}}}(1000000000) = 30.0$

Tiempo de búsqueda para $n = 1000000000$: $2.567e-06s$

$f_{t_{p_{binaria}}}(5000000000) = 33.0$

Tiempo de búsqueda para $n = 5000000000$: $2.759e-06s$

Para la búsqueda por ABB

$f_{t_{p_{ABB}}}(50000000) = 50000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 50000000$: $1.854e-05s$

$f_{t_{p_{ABB}}}(100000000) = 100000001$

Tiempo de búsqueda para $n = 100000000$: 3.707e-05s
 $f_{t_{pc_{ABB}}}(500000000) = 5000000001$
 Tiempo de búsqueda para $n = 500000000$: 1.854e-04s
 $f_{t_{pc_{ABB}}}(1000000000) = 10000000001$
 Tiempo de búsqueda para $n = 1000000000$: 3.707e-04s
 $f_{t_{pc_{ABB}}}(5000000000) = 50000000001$
 Tiempo de búsqueda para $n = 5000000000$: 1.854e-03s

2.9. Cotas $O(f(n))$ para cada algoritmo (peor caso)

En el punto 2.1 (Análisis Teórico), se encuentran las cotas O para cada peor caso de cada algoritmo.

2.10. Cotas $O(f(n))$ para cada aproximación polinomial

Las aproximaciones polinomiales cuentan con las siguientes cotas O :

Polinomio B.L.: $1.711e - 09n + 7.928e - 05 = O(n)$
 Polinomio B.B.: $-2.872e - 27n^3 + 3.813e - 20n^2 + -1.224e - 13n + 2.333e - 06 = O(n^3)$
 Polinomio A.B.B.: $2.980e - 27n^3 + -4.286e - 20n^2 + 2.363e - 13n + 2.715e - 06 = O(n^3)$

3. Errores detectados

Bajo las restricciones solicitadas no se detectaron problemas algunos mas sin embargo si la cantidad de elementos a buscar es muy grande es posible que las operaciones aritméticas para calcular los índices se desborden. Por ejemplo, en la búsqueda binaria si no tuviéramos problemas de desbordamiento para calcular el índice de la mitad entre las cotas que delimitan la región a buscar seria $\lfloor (l + r)/2 \rfloor$ pero la suma puede desbordarse, por lo que una mejora seria hacer $l + \lfloor (r - l)/2 \rfloor$.

4. Anexo

```

1  /*
2  "BIBLIOTECA DE ALGORITMOS DE BÚSQUEDA NECESARIOS PARA LA PRÁCTICA 2"
3
4  *DESCRIPCIÓN: CONTIENE LOS ALGORITMOS NECESARIOS PARA EJECUTAR EL
5  PROGRAMA PRINCIPAL DE LA PRÁCTICA 2 DE ANÁLISIS DE ALGORITMOS.
6
7  *FECHA: 30 DE SEPTIEMBRE DE 2018
8  *VERSIÓN: 1.0
9  *AUTORES:
10     -Fuentes García Alan Kevin
11     -López Manríquez Ángel
12     -Ruiz López Luis Carlos
13  */

```

```
14
15 #include "Algoritmos.h"
16
17 /*=====
18 FUNCIONES DE OBTENCIÓN DE ELEMENTOS
19 =====*/
20
21 /*
22 DESCRIPCIÓN: Según el tamaño de un arreglo (n) y el número de sub-arreglos
23 (num_hilos) que se quieran tratar en él, retorna un arreglo con los índices
24 de los rangos de dichos sub-arreglos.
25
26 PARÁMETROS:
27     - n (in): tamaño del arreglo a ser segmentado.
28     - num_hilos (in): número de hilos con los que se buscará en el arreglo.
29
30 RETORNO: Un apuntador al arreglo de enteros resultante que contienen los rangos
31 de cada sub-arreglo.
32 */
33 int * obtenerDivisiones (int n, int num_hilos) {
34     int num_divisiones = num_hilos + 1;
35     int * divisiones = (int *) malloc(sizeof(int) * num_divisiones);
36     int tam_division = n / num_hilos;
37     *divisiones = 0;
38
39     int i;
40     for (i = 1; i < num_divisiones; i++) {
41         divisiones[i] = divisiones[i - 1] + tam_division;
42         if (i == num_hilos) {
43             divisiones[i] += n % num_hilos;
44         }
45     }
46
47     return divisiones;
48 }
49
50 /*
51 DESCRIPCIÓN: Obtiene "n" números en secuencia de un archivo que contiene 10 millones
52 de números. El orden depende del valor que tenga el parámetro "orden".
53
54 PARÁMETROS:
55     - n (in): tamaño del arreglo a ser generado.
56     - num_hilos (in): número de hilos con los que se buscará en el arreglo.
57     - indices_hilos (out): un arreglo que contiene los rangos de los sub-arreglos
58
59 RETORNO: Un apuntador al arreglo de enteros resultante.
60 */
61 int * obtenerArreglo (int n, int num_hilos, int ** indices_hilos) {
62     /*Se abre el archivo para lectura y se verifica que no haya errores.*/
63     FILE *archivo = fopen("./10millones.txt", "rt");
64
65     if (archivo == NULL) {
66         printf("Ocurrió un error al abrir el archivo.\n");
67         return NULL;
68     }
69
```

```

70     if (n > 10e6) {
71         printf("La cantidad de números requerida no debe pasar 10 millones.\n");
72         return NULL;
73     }
74
75     /*Proceso de obtención del arreglo.*/
76     int *arreglo = (int *) malloc(sizeof(int) * n);
77     int i = 0;
78     char actual[15];
79     for (i = 0; i < n; i++) {
80         fgets(actual, 15, archivo);
81         arreglo[i] = atoi(actual);
82     }
83
84     fclose(archivo);
85
86     /*Valores de salida*/
87     if (indices_hilos != NULL)
88         *indices_hilos = obtenerDivisiones(n, num_hilos);
89     return arreglo;
90 }
91
92 /*
93 DESCRIPCIÓN: Obtiene "n" números en secuencia de un archivo que contiene 10 millones
94 de números. El orden depende del valor que tenga el parámetro "orden".
95
96 PARÁMETROS:
97     - n (in): tamaño del arreglo a ser generado.
98     - num_hilos (in): número de hilos con los que se buscará en el arreglo.
99     - indices_hilos (out): un arreglo que contiene los rangos de los sub-arreglos
100
101 RETORNO: Un apuntador al arreglo de enteros resultante.
102 */
103 nodo * obtenerArbol (int n, int num_hilos, nodo *** nodos_hilos) {
104     /*Se abre el archivo para lectura y se verifica que no haya errores.*/
105     FILE *archivo = fopen("./numeros10millones.txt", "rt");
106
107     if (archivo == NULL) {
108         printf("Ocurrió un error al abrir el archivo.\n");
109         return NULL;
110     }
111
112     if (n > 10e6) {
113         printf("La cantidad de números requerida no debe pasar 10 millones.\n");
114         return NULL;
115     }
116
117     printf("Obteniendo arbol con %d elementos\n", n);
118     /*Proceso de obtención del árbol.*/
119     nodo *arbol = NULL;
120     int i = 0;
121     int j = 0;
122     char actual[15];
123     int *divisiones = obtenerDivisiones(n, num_hilos);
124     nodo **nodos = (nodo **) malloc(sizeof(nodo *) * num_hilos);
125     nodo *ultimoInsertado = NULL;

```

```

126     for (i = 0; i < n; i++) {
127         fgets(actual, 15, archivo);
128         ultimoInsertado = insertar(&arbol, atoi(actual));
129         if (i == divisiones[j]) {
130             *(nodos + j) = ultimoInsertado;
131             j++;
132         }
133     }
134
135     fclose(archivo);
136
137     /*Valores de salida*/
138     if (nodos_hilos != NULL)
139         *nodos_hilos = nodos;
140     return arbol;
141 }
142
143 /*=====
144 ALGORITMOS DE BÚSQUEDA.
145 =====*/
146
147 /*
148 DESCRIPCIÓN: Realiza la búsqueda binaria de un número (num)
149 en un arreglo (arr) ordenado de n enteros.
150
151 RECIBE:
152     -"arreglo" de enteros ordenados donde se realizará la búsqueda binaria;
153     -"n" que es el tamaño del arreglo y
154     -"num" que es el entero a ser encontrado en el arreglo.
155
156 VALOR DE RETORNO: un entero que indica el índice del elemento
157 encontrado o -1 si el elemento no se encontró.
158 */
159 int busquedaBinaria (int *arreglo, int n, int num) {
160     int indiceBajo = 0; /*Cota inferior del rango posible en el que está el número.*/
161     int indiceAlto = n; /*Cota superior del rango posible en el que está el número.*/
162     int indiceActual; /*Índice que se está revisando en el arreglo.*/
163     int resultado = -1; /*Resultado del algoritmo.*/
164
165     /*Cada ciclo se ejecuta si el número aún no ha sido encontrado en el arreglo
166     o si los índices (cotas) cambian de orden (el número no existe en el arreglo)*/
167     do {
168         indiceActual = indiceBajo + (indiceAlto - indiceBajo) / 2;
169         if (num > arreglo[indiceActual]) {
170             indiceBajo = indiceActual + 1;
171         } else if (num < arreglo[indiceActual]) {
172             indiceAlto = indiceActual - 1;
173         } else {
174             resultado = indiceActual;
175             break;
176         }
177     } while (indiceBajo <= indiceAlto);
178
179     /*Si no, se regresa el valor original: -1 (no encontrado)*/
180     return resultado;
181 }

```

```
182
183  /*
184  DESCRIPCIÓN: Realiza la búsqueda lineal de un número (num)
185  en un arreglo (arr) ordenado de n enteros.
186
187  RECIBE:
188      -"arreglo" de enteros ordenados donde se realizará la búsqueda lineal;
189      -"n" que es el tamaño del arreglo y
190      -"num" que es el entero a ser encontrado en el arreglo.
191
192  VALOR DE RETORNO: un entero que indica el índice del elemento
193  encontrado o -1 si el elemento no se encontró.
194  */
195
196  int busquedaLineal (int *arreglo, int n, int num) {
197      int resultado = -1;
198      int i = 0;
199      /*Se itera através de todo el arreglo y se compara con el número que se busca.*/
200      while (arreglo[i] != num && i < n) {
201          i++;
202      }
203
204      /*Se verifica si el bucle terminó con el índice dentro del rango de tamaño
205      del arreglo.*/
206      if (i != n) {
207          resultado = i;
208      }
209
210      /*Si no es el caso, se regresa el valor original: -1 (no encontrado)*/
211      return resultado;
212  }
213
214  /*
215  DESCRIPCIÓN: Realiza la búsqueda de un número (num)
216  en un ABB (arbol).
217
218  RECIBE:
219      -"arbol" que es un ABB y
220      -"num" que es el entero a ser encontrado en el arreglo.
221
222  VALOR DE RETORNO: un entero cuyo valor es 1 si se encontró el número
223  o -1 si no.
224  */
225  int busquedaPorABB (nodo *ABB, int num) {
226      int resultado = -1;
227
228      /*Se realiza la búsqueda por árbol binario y se verifica que el
229      valor esté en el árbol.*/
230      if (buscarNodo(ABB, num) != NULL) {
231          resultado = 1;
232      }
233
234      /*Si el valor no está, se retorna con valor -1*/
235      return resultado;
236  }
237
```

```

238  /*=====
239  FUNCIONES CON HILOS
240  =====*/
241
242  /*
243  DESCRIPCIÓN: Handler para efectuar correctamente la función signal() en el main
244  Con esta función, al llamar a pthread_kill(), se detendrá el hilo que se mande como
245  primer argumento, retornando un valor NULL.
246
247  RECIBE:
248      -signal: sin uso, simplemente para cumplir con el formato de la función handler.
249
250  VALOR DE RETORNO: ninguno.
251  */
252  void handler (int signal) {
253      pthread_exit(NULL);
254  }
255
256  /*
257  DESCRIPCIÓN: Termina los hilos del arreglo "hilos" de tamaño "n"
258
259  RECIBE:
260      -hilos: un apuntador a un arreglo de hilos.
261      -num_hilos: la cantidad de hilos a ser terminados.
262
263  VALOR DE RETORNO: ninguno.
264  */
265  void terminarHilos(pthread_t *hilos, int num_hilos) {
266      int i;
267      for (i = 0; i < num_hilos; i++) {
268          pthread_kill(hilos[i], SIGUSR1);
269      }
270  }
271
272  /*
273  DESCRIPCIÓN: Es un wrapper para la función busquedaLineal() preparada
274  para ser ejecutada por un hilo. Si se finaliza la búsqueda en algún hilo,
275  se terminan los demás.
276
277  RECIBE:
278      -args: un apuntador que contiene la dirección de una estructura
279      Argumentos.
280
281  VALOR DE RETORNO: NULL.
282  */
283  void * busquedaLinealHilo (void * args) {
284      /*Indicamos al hilo que puede ser detenido con una variable estática
285      que es una señal.*/
286      static sigset_t mask;
287      sigemptyset(&mask);
288      sigaddset(&mask, SIGUSR1);
289      /*Ya sabemos que args es una estructura de tipo Argumentos, entonces invocamos a
290      busquedaLineal normalmente*/
291      int resultado;
292      Argumentos *argsLineal = (Argumentos *) args;
293      resultado = busquedaLineal(argsLineal->arreglo, argsLineal->n, argsLineal->num);

```



```

294     ((Argumentos *) args)->resultado = resultado;
295     if (resultado != -1) {
296         terminarHilos(argsLineal->hilos, argsLineal->num_hilos);
297     }
298
299     pthread_exit(NULL);
300 }
301
302 /*
303 DESCRIPCIÓN: Es un wrapper para la función busquedaBinaria() preparada
304 para ser ejecutada por un hilo. Si se finaliza la búsqueda en algún hilo,
305 se terminan los demás.
306
307 RECIBE:
308     -args: un apuntador que contiene la dirección de una estructura
309     Argumentos.
310
311 VALOR DE RETORNO: NULL.
312 */
313 void * busquedaBinariaHilo (void * args) {
314     /*Indicamos al hilo que puede ser detenido con una variable estática
315     que es una señal.*/
316     static sigset_t mask;
317     sigemptyset(&mask);
318     sigaddset(&mask, SIGUSR1);
319
320     /*Ya sabemos que args es una estructura de tipo Argumentos, entonces invocamos a
321     busquedaBinaria normalmente*/
322     int resultado;
323     Argumentos *argsBinaria = (Argumentos *) args;
324     resultado = busquedaBinaria(argsBinaria->arreglo, argsBinaria->n, argsBinaria->num);
325     ((Argumentos *) args)->resultado = resultado;
326     if (resultado != -1) {
327         terminarHilos(argsBinaria->hilos, argsBinaria->num_hilos);
328     }
329
330     pthread_exit(NULL);
331 }
332
333 /*
334 DESCRIPCIÓN: Es un wrapper para la función busquedaPorABB() preparada
335 para ser ejecutada por un hilo. Si se finaliza la búsqueda en algún hilo,
336 se terminan los demás.
337
338 RECIBE:
339     -args: un apuntador que contiene la dirección de una estructura
340     Argumentos.
341
342 VALOR DE RETORNO: NULL.
343 */
344 void * busquedaPorABBHilo (void * args) {
345     /*Indicamos al hilo que puede ser detenido con una variable estática
346     que es una señal.*/
347     static sigset_t mask;
348     sigemptyset(&mask);
349     sigaddset(&mask, SIGUSR1);

```

```

350
351  /*Ya sabemos que args es una estructura de tipo Argumentos, entonces invocamos a
352  busquedaPorABB normalmente*/
353  int resultado;
354  Argumentos *argsPorABB = (Argumentos *) args;
355  resultado = busquedaPorABB(argsPorABB->arbol, argsPorABB->num);
356  ((Argumentos *) args)->resultado = resultado;
357  if (resultado != -1) {
358      terminarHilos(argsPorABB->hilos, argsPorABB->num_hilos);
359  }
360
361  pthread_exit(NULL);
362 }
363
364 /*
365 DESCRIPCIÓN: Revisa en los argumentos de salida de los hilos, un resultado distinto de -1
366
367 RECIBE:
368 -args: un apuntador que contiene la dirección de un arreglo de Argumentos.
369
370 VALOR DE RETORNO: -1 si todos los valores de salida son -1 o el valor de salida del que no lo
371 ↪ sea.
372 */
373 int resultadoHilos (Argumentos *args) {
374     int resultado = -1;
375     int i = 0;
376     int lim = args->num_hilos;
377     for (i = 0; i < lim; i++) {
378         if (args[i].resultado != -1) {
379             resultado = args[i].resultado;
380             if (args[i].arbol == NULL) {
381                 resultado += args[i].n * i;
382             }
383             break;
384         }
385     }
386     return resultado;
387 }

```

4.1. Instrucciones de compilación en archivo Makefile

Ejecute el comando make desde bash para realizar la compilación del programa en su computadora.

```

1  main: main.o Algoritmos.o ArbolBinarioBusqueda.o Mediciones.o
2      gcc -o main main.o Algoritmos.o ArbolBinarioBusqueda.o Mediciones.o -lpthread
3  main.o: main.c
4      gcc -c main.c
5  Algoritmos.o: Algoritmos.c
6      gcc -c Algoritmos.c
7  ArbolBinarioBusqueda.o: ArbolBinarioBusqueda.c
8      gcc -c ArbolBinarioBusqueda.c
9  Mediciones.o: Mediciones.c
10     gcc -c Mediciones.c
11  clean:

```

```
12     rm *.o
13     run: main
14     ./main
```

Para desplegar las operaciones a realizar por el programa ejecute `./main`. Deben de estar los archivos *numeros10millones.txt* y *10millones.txt* en la carpeta donde se ejecuta el programa.

5. Cuestionario

Responda a las siguientes preguntas:

1.- ¿Cuál de los 3 algoritmos es más fácil de implementar?

R.- Búsqueda Lineal

2.- ¿Cuál de los 3 algoritmos es el más difícil de implementar?

R.- Árbol Binario de Búsqueda

3.- ¿Cuál de los 3 algoritmos es el más difícil de implementar en su variante con hilos?

R.- Búsqueda Binaria

4.- ¿Cuál de los 3 algoritmos en su variante con hilos resulto ser mas rápido?

R.- Búsqueda Lineal

5.- ¿Cuál algoritmo tiene menor complejidad temporal?

R.- Búsqueda Lineal

6.- ¿Cuál algoritmo tiene mayor complejidad temporal?

R.- Árbol Binario de Búsqueda

7.- ¿El comportamiento experimental de los algoritmos era el esperado? ¿Por qué?

R.- No, se esperaba que con ayuda de los hilos el tiempo fuera menor, pero en cambio en algunos casos aumentaba el mismo.

8.- ¿Sus resultados experimentales difieren mucho de los análisis teóricos que realizo? ¿A qué se debe?

R.- Un poco, por el tiempo de ejecución que le da la CPU a nuestro proceso.

9.- ¿Los resultados experimentales de las implementación con hilos de los algoritmos realmente tardaron $F(t)$ /hilos de su implementación sin hilos?

R.- Como se dijo antes, algunos variaron un poco de lo esperado

10.- ¿Cuál es el porcentaje de mejora que tiene cada uno de los algoritmos en su variante con hilos? ¿Es lo que esperabas? ¿Por qué?

R.- No mejoro en mucho

11.- ¿Existió un entorno controlado para realizar las pruebas experimentales? ¿Cuál fue?

R.- Sí, operando en una computadora donde solo se ejecutaran los algoritmos

12.- ¿Si solo se realizará el análisis teórico de un algoritmo antes de implementarlo, podrías asegurar cual es el mejor?

R.- Si, en algunos casos

13.- ¿Qué tan difícil fue realizar el análisis teórico de cada algoritmo?

R.- Con lo visto en clase, no se complicó mucho

14.- ¿Qué recomendaciones darían a nuevos equipos para realizar esta práctica?

R.- Sacar correctamente los tiempos que se obtienen y saber interpretarlos, para así poder conocer mejor los 3 algoritmos de búsqueda

6. Bibliografía

- Franco Martinez, E. (2018). Practica 02 :Análisis temporal y notación de orden (Algoritmos de búsqueda). [online] Eafranco.com. Available at: <http://www.eafranco.com/docencia/analisisdealgoritmos/files/practicas/02/Practica02.pdf> [Accessed 9 Oct. 2018].

- Anonimo, A. (2018). Búsqueda lineal. [online] Es.wikipedia.org. Available at: https://es.wikipedia.org/BC3BAsqueda_lineal [Accessed 9 Oct. 2018]

- Anonimo, A. (2018). Búsqueda binaria. [online] Es.wikipedia.org. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Búsqueda_binaria [Accessed 9 Oct. 2018].

- Anonimo, A. (2018). Árbol binario de búsqueda. [online] Es.wikipedia.org. Available at: https://es.wikipedia.org/wiki/Árbol_binario_de_búsqueda [Accessed 9 Oct. 2018].