

SIMULACIÓN DE SISTEMAS
Práctica 1:
Diferentes Modelos de Simulación



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Sergio Aguilera Ramírez

1 de octubre de 2019

Índice

1. Capítulo 1: Modelo MonteCarlo

- a)* Experimentación programa original
- b)* Experimentación con la modificación de un parámetro
 - 1) Modificación de la probabilidad de ocupación
 - 2) Modificación del valor de visualización
- c)* Experimentación con la modificación de varios parámetros

2. Capítulo 2: Modelo discreto

- a)* Experimentación 1: modificación del número de simulaciones
- b)* Experimentación 2: modificación de varios parámetros del programa

3. Capítulo 3: Modelo continuo

- a)* Investigación sobre el programa
- b)* Investigación sobre modificaciones
- c)* Investigar diferentes políticas de pesca

Capitulo 1: Modelo MonteCarlo

a) - Experimentación programa original

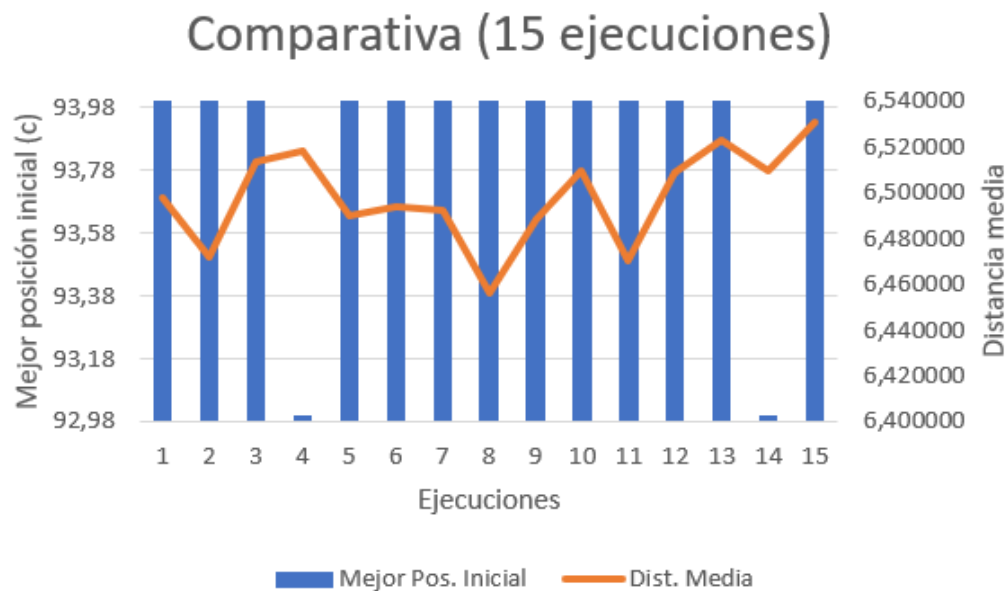
En primer lugar vamos a realizar pruebas con el programa sin modificar, es decir, sin cambiar ningún parámetro de entrada. Para ello ejecutamos el programa 15 veces tomando como dato comparativo la mejor posición inicial y la distancia media obtenida en cada ejecución. La siguiente tabla muestra el resultado obtenido tras dicha prueba:

Mejor Pos.inicial	Dist. Media
94	6,497950
94	6,472080
94	6,513450
93	6,518370
94	6,490320
94	6,494280
94	6,492590
94	6,456170
94	6,488610
94	6,509690
94	6,470590
94	6,508900
94	6,522840
93	6,509800
94	6,531250

Tabla 1: Comparativa (15 ejecuciones)

Como podemos observar en la mayoría de las ejecuciones se obtiene la posición 94 como la mejor 'c', pero este resultado se puede ver afectado por la probabilidad de ocupación de los aparcamientos ya que como vemos en la tabla, en dos de las ejecuciones se a obtenido como mejor posición la 93. Por otro lado vemos como la distancia media presenta una baja varianza con respecto al conjunto de ejecuciones.

En la siguiente gráfica podemos ver la linea de variación de los valores de distancia media en las diferentes pruebas:



Como vemos la distancia media es similar en todas las ejecuciones (en la gráfica se visualizan algunos picos pero esto se debe a la escala elegida para la dist. Media que va desde 6.4 a 6.54), podemos concluir que con estos parámetros podemos predecir de forma eficiente la posición y la distancia que vamos a obtener.

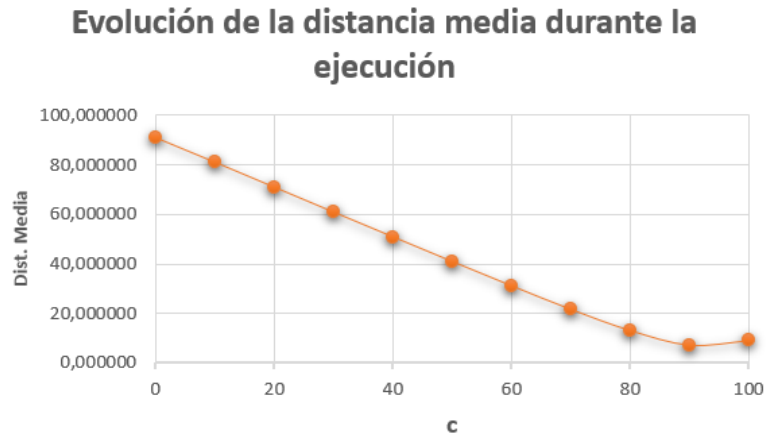
Por otro lado, vamos a estudiar la evolución de la distancia media a lo largo de una ejecución indicando cual es la mejor posición inicial obtenida en la misma.

C	Dist. Media
0	90,865250
10	80,961983
20	70,907433
30	60,852470
40	50,873669
50	40,926601
60	31,122169
70	21,610809
80	13,084060
90	7,174710
100	8,968210

Tabla 2: Evolución de la distancia media

Observamos como a lo largo del transcurso de la ejecución la distancia media va disminuyendo, una vez recorrido todas las posiciones hasta llegar a la casilla destino 'x', este selecciona la posición inicial mas cercana al destino a partir de la cual se pueda encontrar aparcamiento. La selección de esta posición dependerá de la probabilidad de estar ocupado un aparcamiento y de la proyección de visualización del coche. En la ejecución anterior el resultado obtenido ha sido la posición 94 con una distancia media de 6.527290.

La siguiente gráfica muestra la evolución del programa:

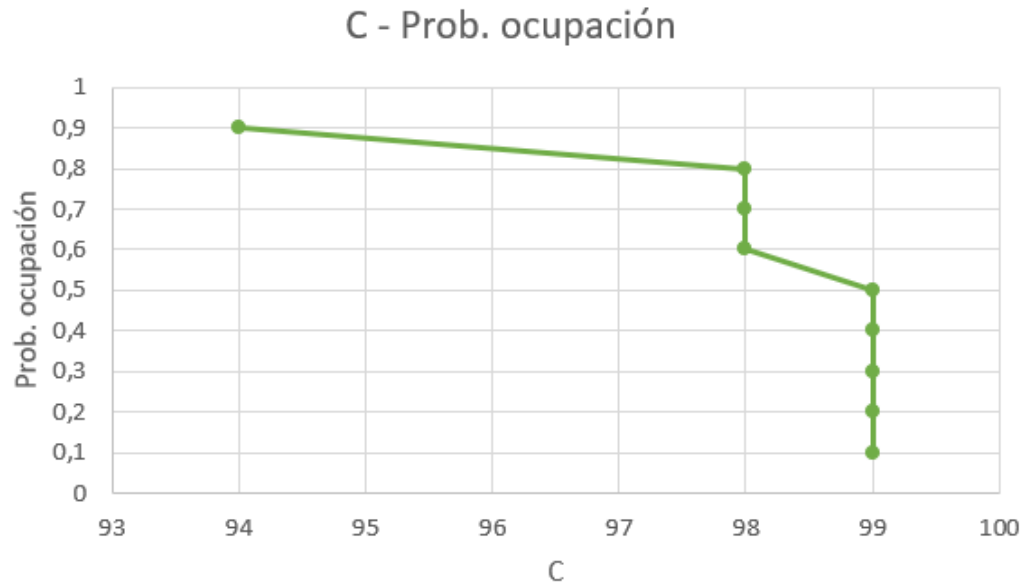


b) - Experimentación con modificación

1- Modificación de la probabilidad de ocupación

En primer lugar vamos a realizar modificaciones sobre la probabilidad de ocupación, por la cual se cambia la posibilidad de que un aparcamiento este libre. Esto afectará a la obtención de la posición inicial y a la distancia media resultante. La tabla obtenido después de las pruebas es:

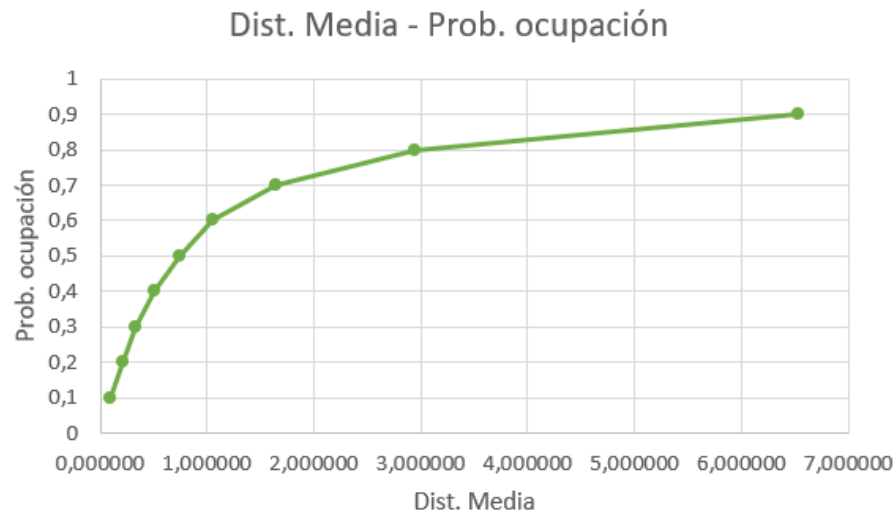
c	Dist. Media	Prob. Ocupacion
94	6,527580	0,9
98	2,945530	0,8
98	1,645920	0,7
98	1,061910	0,6
99	0,746970	0,5
99	0,507590	0,4
99	0,338400	0,3
99	0,210570	0,2
99	0,100850	0,1



Esta gráfica muestra la mejor posición inicial obtenido tras ejecutar el programa con distintos valores de probabilidad de ocupación, como se puede observar a menor número de ocupación mejor posición inicial se obtiene, es decir, la mejor posición inicial es mas cercana a la posición destino. Esto es debido a la mayor flexibilidad que obtenemos al reducir la posibilidad de estar ocupado, por lo que la existencia de aparcamiento libre es mayor permitiendo obtener mejores resultados.

La siguiente gráfica representa los diferentes valores de distancia media obtenidos respecto a los distintos valores de probabilidad de ocupación. Como observamos la distancia media resultante crece conforme la ocupación es mayor, lo que es lógico ya que a mayor ocupación menor número de aparcamientos disponibles tendremos y por lo tanto la distancia media a la que quedará el coche del destino se

verá incrementada.

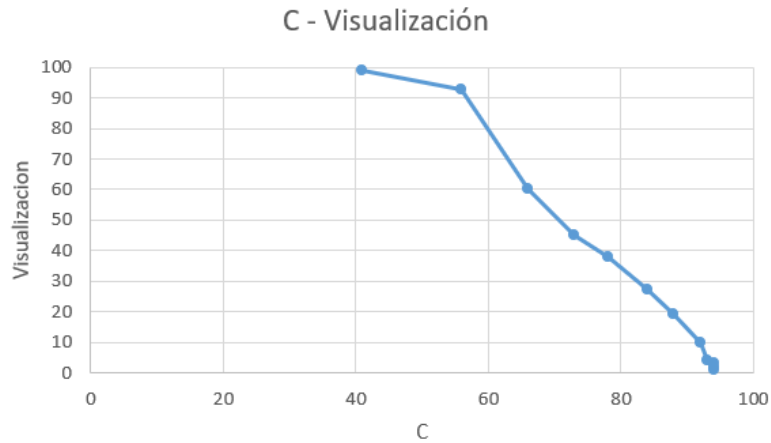


2- Modificación del valor de visualización

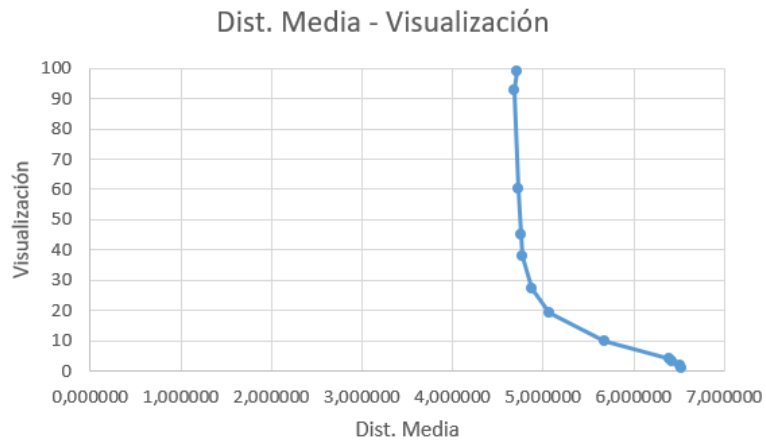
Para este experimento vamos a modificar los valores del alcance de visualización de la que se dispone. Tras las distintas pruebas se han obtenido los siguientes valores mostrados en la tabla:

C	Dist. Media	Visualización
94	6,524220	1
94	6,519030	2
94	6,423790	3
93	6,394300	4
92	5,675930	10
88	5,073750	19
84	4,877680	27
78	4,771040	38
73	4,752040	45
66	4,733530	60
56	4,688120	93
41	4,709680	99

Como vemos los valores de de 'c' y distancia media disminuyen a la vez que el alcance crece. La causa de estos resultados se explicarán mediante las siguientes gráficas.



Como observamos en la gráfica anterior a mayor alcance de visualización menor es la posición inicial obtenida esto es debido a que podremos comenzar a comprobar aparcamientos desde una posición mas lejana al destino ya que disponemos de una visión de aparcamientos mayor.



Por otro lado, la distancia media disminuye conforme el alcance crece ya que esto permite que el coche pueda ver una mayor proyección del aparcamiento total lo que permite una mejor selección de la posición inicial.

c) - Experimentación con la modificación de varios parámetros

En este estudio vamos a realizar pruebas para sobre el programa con la modificación de dos de 3 de sus parámetros, estos son la probabilidad de ocupación, el alcance de la visualización y la posición destino.

Después de realizar las distintas ejecuciones se han obtenido los siguientes resultados:

C	Dist. Media	Probabilidad	Visualizacion	Destino
79	0,66521	0,5	15	85
19	0,66135	0,5	80	85
60	0,3264	0,3	50	85
55	1,36198	0,7	40	85
78	6,58874	0,9	0	85
63	0,09798	0,1	84	85
84	0,0513	0,05	1	85
68	11,79228	0,95	20	85

Tras estudiar los resultados podemos observar como a medida que aumenta la probabilidad de ocupación y aumenta el alcance el valor 'c' disminuye en cambio la distancia media aumenta, esto se debe ha que al aumentar la ocupación mayor es la distancia mínima de aparcamiento en cambio el parámetro de visualización hace que la posición inicial disminuya. Por otro lado, he probado valores extremos, por ejemplo prob. ocupación= 0.95 y alcance=20 de donde se obtiene c=68 y dist.Media=11,79228 lo

que aumenta mucho la distancia media, por lo contrario la prueba de los parámetros prob. ocupación=0.1 y alcance=84, obtiene una posición inicial de 63 y una distancia mínima de 0,09798 lo cual es un resultado muy próximo al ideal (aparcar en el mismo destino).

CONCLUSIÓN

En conclusión, podemos decir que los valores 'c' y distancia media dependen de los distintos valores de los parámetros de entrada como la visualización y probabilidad de ocupación. Esto supone que para la obtención de un resultado correcto con respecto a una situación real los parámetros se deben ajustar a la circunstancia en dicho momento.

Capitulo 2: Modelo discreto

a) - Experimentación 1: modificación del número de simulaciones

En este experimento vamos a realizar diferentes pruebas sobre el programa para determinar cual es el número mínimo de repuestos de los que debemos disponer para conseguir que el porcentaje de desprotección sea inferior al 1 %, para ello vamos a probar diferentes valores para dichos parámetros ajustando estos al valor deseado.

respuestos	nº simulaciones	nº fallos	% desproteccion
1	1	50	91,8799
1	5	53,4	91,5593
1	10	49,9	89,4827
1	50	50,1	89,4279
1	100	50,88	90,2182
1	500	49,982	89,6489
1	1000	50,042	89,6654
5	1	26	23
5	5	45,4	42
5	10	37,1	36,2347
5	50	37,04	34,5486
5	100	40,26	36,7633
5	500	40,124	36,9329
5	1000	39,901	36,7153

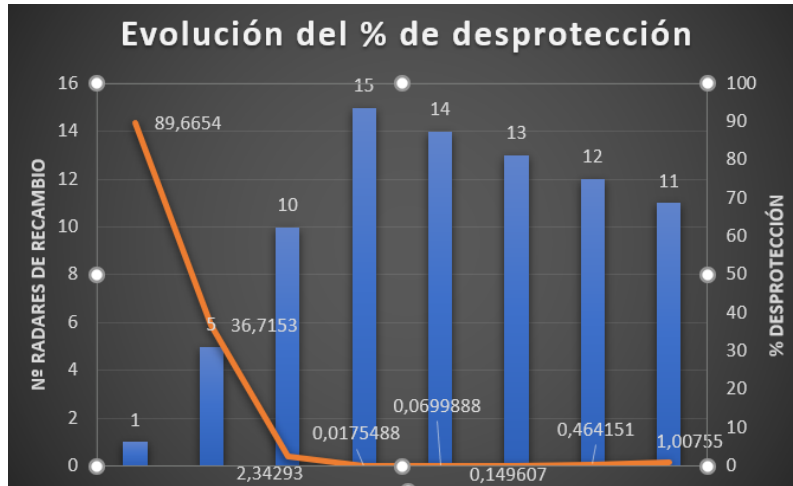
respuestos	nº simulaciones	nº fallos	% desproteccion
10	1	1	0,195781
10	5	3,8	2,63669
10	10	9,7	5,14463
10	50	3,88	1,97231
10	100	4,87	2,61875
10	500	3,74	2,00044
10	1000	4,316	2,34293
15	1	0	0
15	5	0	0
15	10	0	0
15	50	0,3	0,153389
15	100	0,12	0,0312854
15	500	0,07	0,0237488
15	1000	0,047	0,0175488
14	1000	0,165	0,0699888
13	1000	0,393	0,149607
12	1000	1,017	0,464151
11	1000	2,011	1,00755

Tras realizar las pruebas, podemos decir que los resultados son concluyentes (reflejan un resultado correcto) cuando el número de simulaciones es superior a 100, ya que cuando es menor este no realiza las mediciones de forma correcta ya que el número de comprobaciones es muy bajo. Las pruebas se han realizado con 1, 5, 10 y 15 radares de repuesto, una vez llegado al punto de realizar la ejecución con 15 radares de repuesto observamos como el porcentaje de desprotección es inferior al 1 % por lo que las pruebas a posteriori se utilizaron para el ajuste del valor mínimo de radares de recambio, dicho número es de 12 radares, ya que con 11 radares se supera el valor óptimo propuesto.

En los resultados también podemos ver como los valores se reducen de forma considerable a partir de contar con 10 radares de repuesto y como los valores obtenidos para las ejecuciones con un número de simulaciones bajo no son del

todo exactos.

La siguiente gráfica muestra el cambio del valor de desprotección conforme se modifican los radares:



b) - Experimentación 2: modificación de varios parámetros del programa

En este segundo experimento sobre el programa radares vamos a modificar varios parámetros a la vez para ver el comportamiento de dicho programa. Para ello vamos a utilizar dos valores de radares 5 y 7 los cuales disponen de 12 y 13 radares de recambio respectivamente, además cambiamos el tiempo de reparación, tiempo de vida y medio de fallo del radar.

radares	repuestos	vmin	vmax	t° fallo	t° vida	n° simulaciones	fallos	% desprotección
5	12	10	25	15	330	1000	1,424	0,575
5	12	10	25	24	250	1000	0,017	0,008
5	12	15	35	15	330	1000	9,987	553,879
5	12	15	35	24	250	1000	0,309	0,228
5	12	10	15	15	330	1000	0,146	0,045
5	12	10	15	24	250	1000	0,008	0,003
5	12	20	23	15	330	1000	4,975	2,368
5	12	20	23	24	250	1000	0,096	0,066
5	12	16	20	15	330	1000	1,642	0,660
5	12	16	20	24	250	1000	0,027	0,016
7	13	10	25	15	330	1000	8,667	3,161
7	13	10	25	24	250	1000	0,145	0,071
7	13	15	35	15	330	1000	37,935	19,348
7	13	15	35	24	250	1000	1,932	1,383
7	13	10	15	15	330	1000	0,981	0,256
7	13	10	15	24	250	1000	0,013	0,004
7	13	20	23	15	330	1000	23,029	10,139
7	13	20	23	24	250	1000	0,694	0,401
7	13	16	20	15	330	1000	9,842	3,663
7	13	16	20	24	250	1000	0,215	0,105

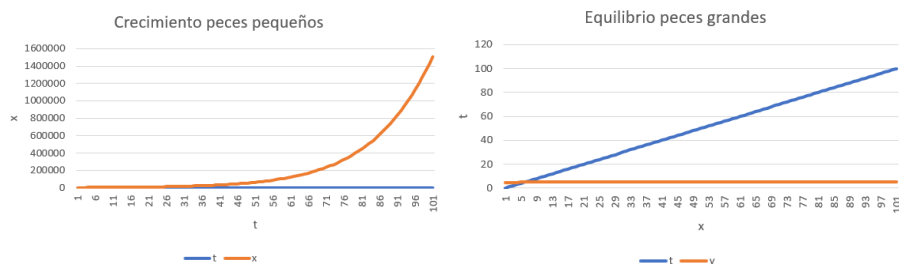
La tabla anterior muestra los resultados obtenidos de las diferentes pruebas realizadas. Tras analizar estos resultados vemos como al aumentar el tiempo de fallo y reducir el tiempo de vida el porcentaje de desprotección sigue siendo inferior a 1 % esto es debido a que aunque el tiempo de vida de estos sea menor, la probabilidad de fallo de los mismo es baja si ha esto se le añade un corto periodo de reparación los resultados pueden llegar a ser cercanos a 0, en cambio si la cantidad de radares disponibles es semejante a los de repuestos la desprotección aumenta, para contrarrestar esto el tiempo de reparación debe ser lo menor posible y contar con una buena robustez en los radares.

Capítulo 3: Modelo continuo

En este tercer capítulo de la práctica vamos a estudiar un modelo continuo, el cual está basado en la representación del ciclo de vida de los peces, en el que existen peces pequeños y grandes, los peces pequeños tras un periodo de tiempo se hacen grandes mientras que los grandes se van comiendo una proporción de los pequeños hasta su fallecimiento, estos también se reproducen. Vamos a realizar tres investigaciones sobre este modelo.

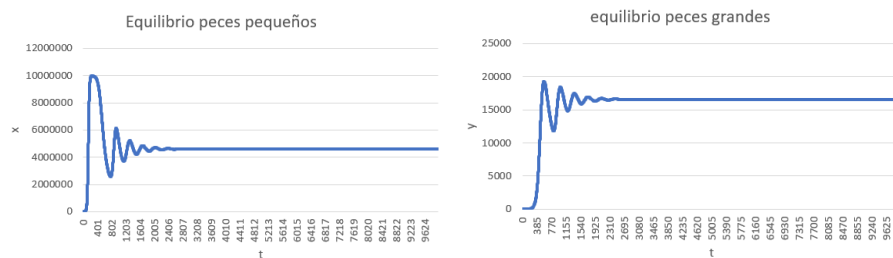
a) - Investigación sobre el programa

En primer lugar vamos a ver el comportamiento de este programa tras una primera ejecución con los valores de duración de la simulación a 100, con una cantidad de peces pequeños ('x') igual a 3000 y de igual forma la cantidad de peces grandes es de 5. Tras la prueba los resultados obtenidos pueden verse en las siguientes gráficas:



Mediante las gráficas obtenidas de los resultados podemos ver como con los valores introducidos obtenemos un equilibrio con respecto a los peces grandes en cambio los peces pequeños siguen una curva de crecimiento exponencial, esto es debido a que existe un número muy superior de peces pequeños a los grandes, con lo cual el número de peces pequeños que sobreviven y aquellos que los grandes reproducen se acumulan de forma que la cantidad de estos crecen. Por otra lado se produce un equilibrio en los peces grandes ya que al mismo tiempo que los peces pequeños se hacen grandes, los peces grandes mas antiguos se van muriendo lo que da lugar a rondar siempre la misma cantidad de peces grandes.

Tras realizar varias pruebas, ajusté los valores para que exista un equilibrio en las dos especies, estos valores son: duración de la simulación = 10000; $x = 3000$; $y = 15$. Como se puede observar en las siguientes gráficas al principio de la simulación no existe equilibrio pero conforme este transcurre se va formando el equilibrio de las dos especies.



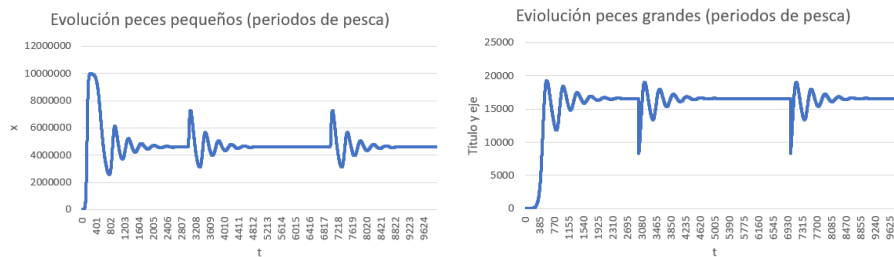
Con los valores anteriormente dichos podemos obtener el ciclo de vida de las especies, observando como a medida que pasan los ciclos las cantidades de ambas especies se van concentrando entorno a un punto.



b) - Investigación sobre modificaciones

En este apartado vamos a realizar modificaciones sobre el programa dado, estas modificaciones consistirán en introducir una serie de campañas de pesca en el que la cantidad de peces grandes se reduce en una cierta cantidad cada cierto tiempo (tiempo de periodos de pesca).

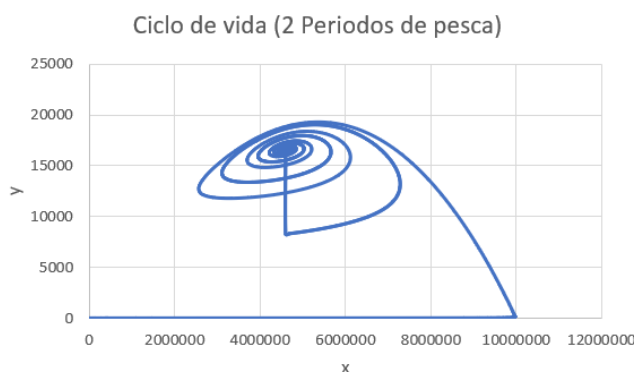
En primer lugar he probado con dos campañas de pesca en las cuales el número de peces grandes se reducen a la mitad, estos periodos de pesca se llevan a cabo en los días 3000 y 7000 de la simulación. Las gráficas resultantes son las siguientes:



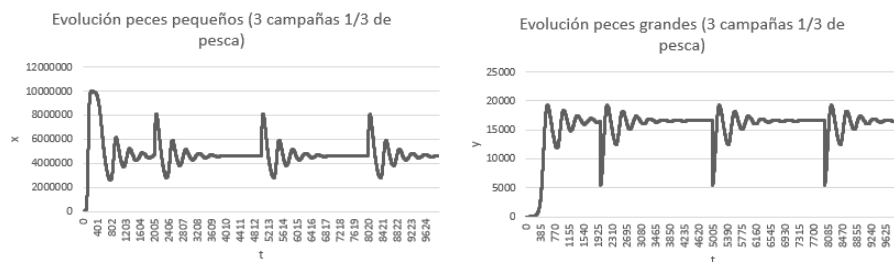
Como podemos observar en las gráficas el equilibrio de ambas especies se ve alterado cuando se produce la cam-

paña de pesca pero conforme pasan los días las cantidades se van equilibrando. Esto se produce por la alteración de peces grandes en un cierto momento, el ciclo de vida implementado permite restaurar el equilibrio de las especies.

Esto podemos verlo en la gráfica que representa el ciclo de vida de las especies.



He realizado una segunda prueba estableciendo el número de campañas de pesca a 3, estas se llevan a cabo en los días 2000, 5000, y 7000, además el número de peces grandes pescados es $1/3$ de la cantidad total en ese instante. Los resultados obtenidos son:



Tras analizar los resultados y compararlos con los obtenidos en la prueba anterior vemos como la recuperación de equilibrio de los peces grandes es mas complicada ya que

como vemos hay leves bajadas tras la campaña de pesca. De esta prueba podemos concluir que la recuperación de peces pequeños es mas rápida que lo que respecta a los peces grandes.

La gráfica de la evolución del ciclo de vida respectiva es la siguiente:

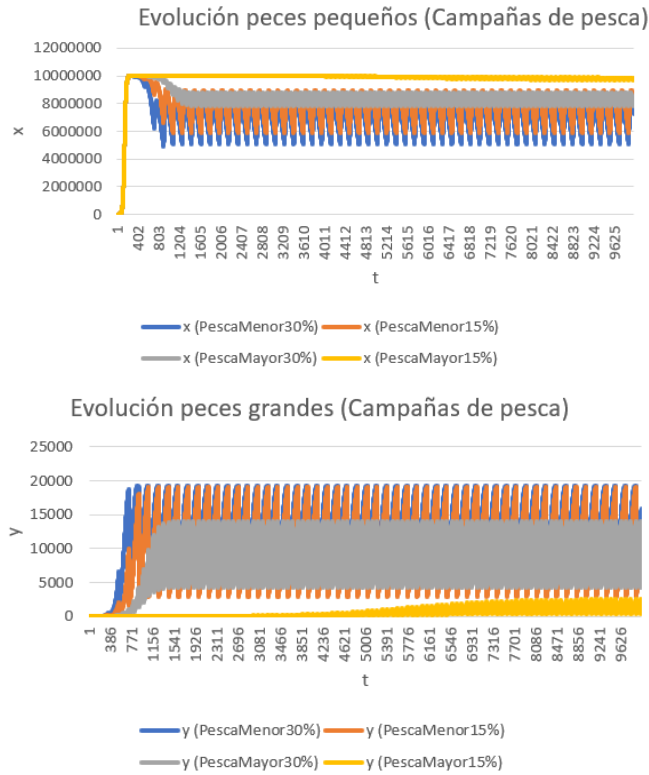


c) - Investigar diferentes políticas de pesca

En este apartado vamos a diferenciar dos tipos de campañas de pesca, campaña de pesca menor y campaña de pesca mayor, la primera permite pescar cada 6 meses (180 días), por otro lado la campaña de pesca mayor se basa en periodos de pesca cada 3 meses (90 días). Por otro lado, vamos a realizar pruebas sobre estas campañas de pesca reduciendo los peces grandes en cantidades diferentes.

Campaña	Periodo de pesca	Tamaño de pesca
Pesca menor	180 días	30 %
Pesca menor	180 días	15 %
Pesca mayor	90 días	30 %
Pesca mayor	90 días	15 %

Los resultados obtenidos los podemos visualizar mediante las siguientes gráficas:



Analizando las gráficas anteriores podemos concluir que las campañas de pesca menores tienen un mayor desequilibrio (mayor varianza de los datos) independientemente del porcentaje de pesca mientras que la pesca mayor presenta un mayor equilibrio en las especies tanto en los peces pequeños como en los grandes.

Para terminar vamos a mostrar la relación entre los peces pequeños y grandes a lo largo del tiempo de simulación, como vemos el tamaño de peces pequeños en todas las pruebas es muy superior al de los peces grandes, además estos sufren variaciones debido a las campañas de pesca.

