

Análisis de Redes Sociales

Dada la red de “Los Miserables” que indica las conexiones entre los distintos personajes del libro de Victor Hugo (existe conexión si hablan en el libro y el peso de la misma es el número de veces que hablan), y eliminando cada uno de vosotros los nodos (y los arcos relacionados a ellos) que se indican en la tabla adjunta, calcular:

Datos documento original:

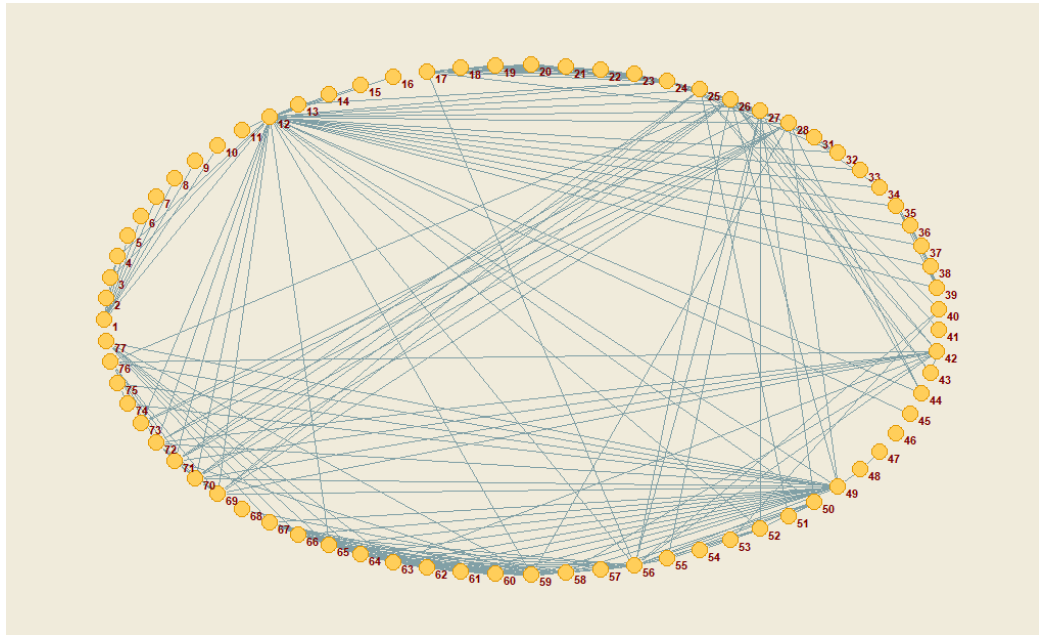
Number of vertices (n): 77		
	Arcs	Edges
Number of lines with value=1	0	97
Number of lines with value#1	0	157
Total number of lines	0	254
Number of loops	0	0
Number of multiple lines	0	0
Density1 [loops allowed] = 0.08568055		
Density2 [no loops allowed] = 0.08680793		
Average Degree = 6.59740260		

A continuación, procederemos a eliminar los nodos que se indica en el ejercicio, en mi caso son 29,30.

Una vez eliminado los 30 nodos finales, obtenemos los siguientes datos de la red LosMiserablesMaci.net

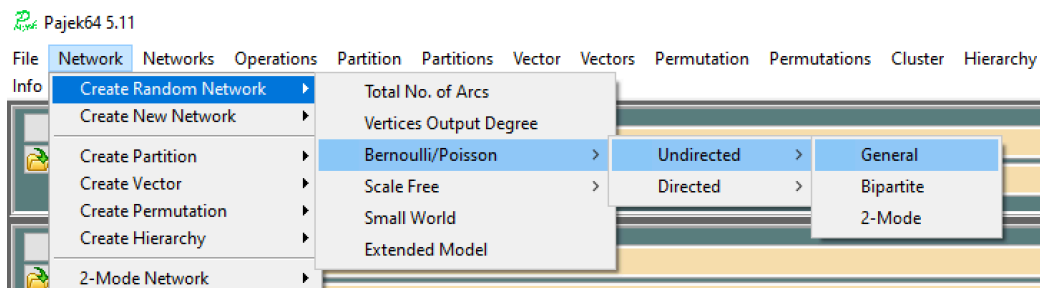
Datos del documento modificado:

Number of vertices (n): 75		
	Arcs	Edges
Number of lines with value=1	0	91
Number of lines with value#1	0	151
Total number of lines	0	242
Number of loops	0	0
Number of multiple lines	0	0
Density1 [loops allowed] = 0.08604444		
Density2 [no loops allowed] = 0.08720721		
Average Degree = 6.45333333		

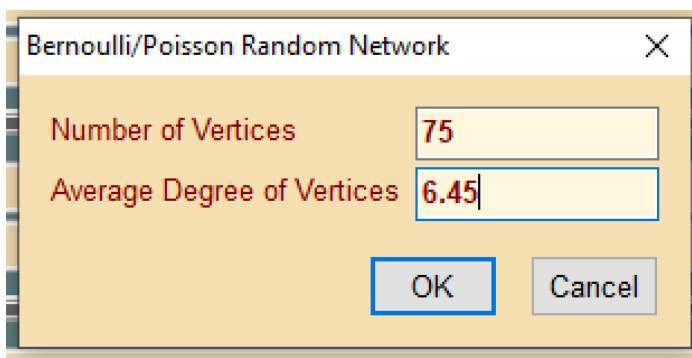


1. Los parámetros de una red aleatoria con parámetros N y p que tenga un número de nodos y aristas esperadas similar a la red “Los Miserables” e indicar la ruta para hacerlo en Pajek (0.5 puntos).

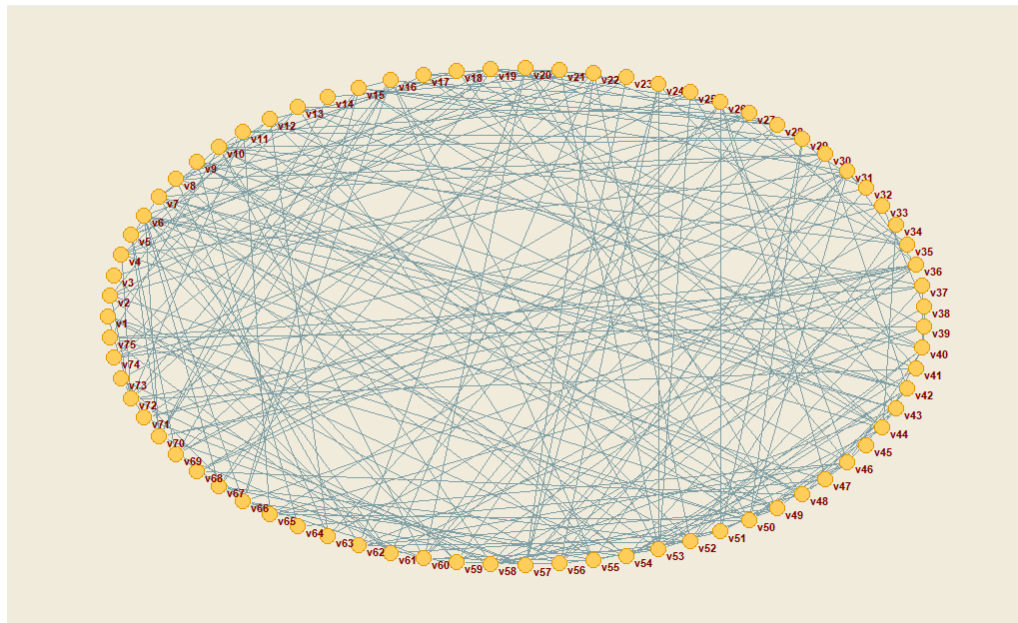
Para crear esta red vamos a utilizar el siguiente comando:



Utilizamos Bernoulli/Poisson en lugar de Total No. of Arcs ya que queremos conseguir una red con un grado medio similar al la original. A continuación, rellenamos los parámetros que se piden a continuación, 75 vértices y el grado medio de 6.45.

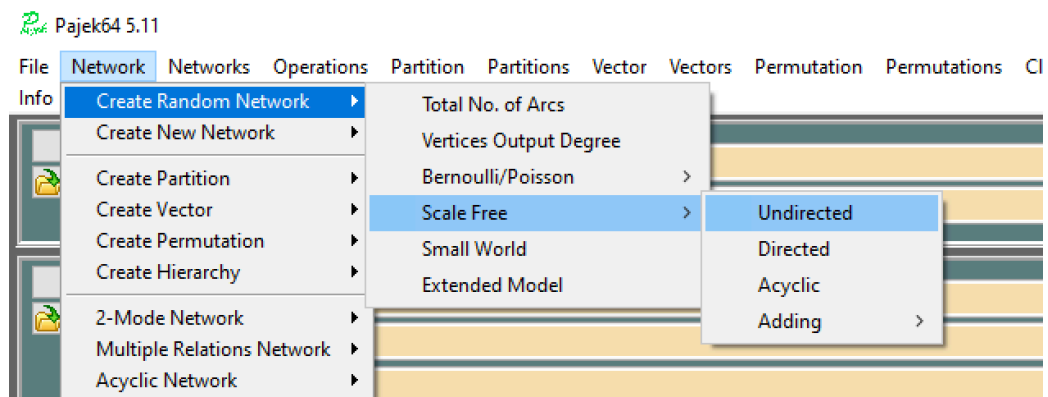


Obtenemos la red RandomNetwork.net.



2. Los parámetros de una red libre de escala que tenga un número de nodos y aristas esperadas similar a la red “Los Miserables” e indicar la ruta para hacerlo en Pajek (0.5 puntos).

Para crear esta red vamos a utilizar el siguiente comando:



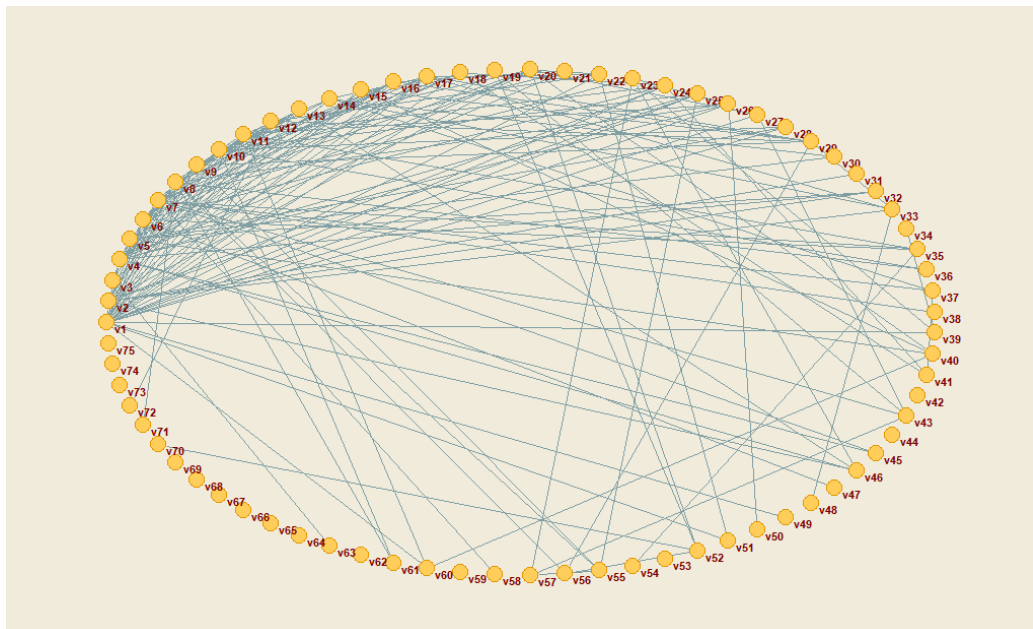
Rellenamos el numero de nodos y el grado medio, también el número de vértices iniciales que en nuestro caso he decidido 7.

Scale Free Random Network

Number of Vertices (0 - no constraint)	75
Number of Lines (0 - no constraint)	0
Average Degree of Vertices	6.45
Number of Vertices in Initial Erdos-Renyi Network	7
Initial Probability of Lines (0..1)	0.200000
Alpha [0..0.5]	0.250000

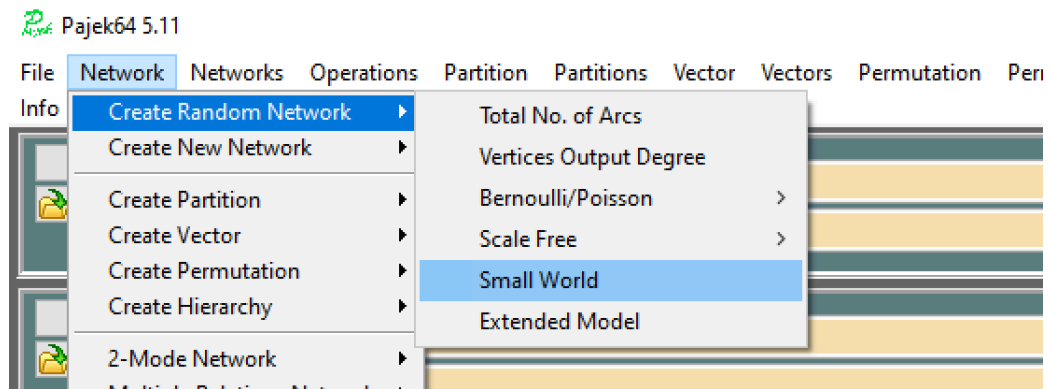
OK Cancel

Obtenemos la red ScaleFree.net.

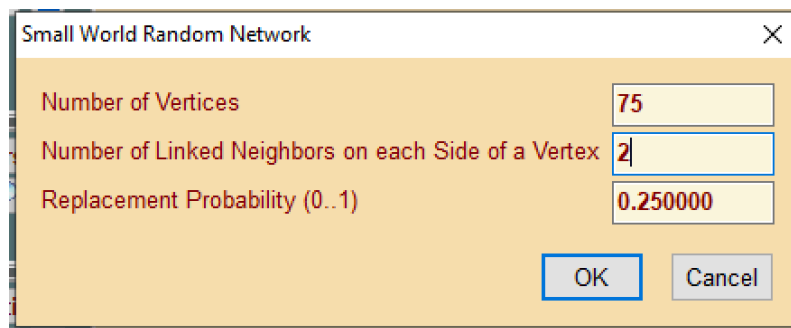


3. Los parámetros de una red de pequeño mundo que tenga un número de nodos y aristas esperadas similar a la red “Los Miserables” e indicar la ruta para hacerlo en Pajek (0.5 puntos).

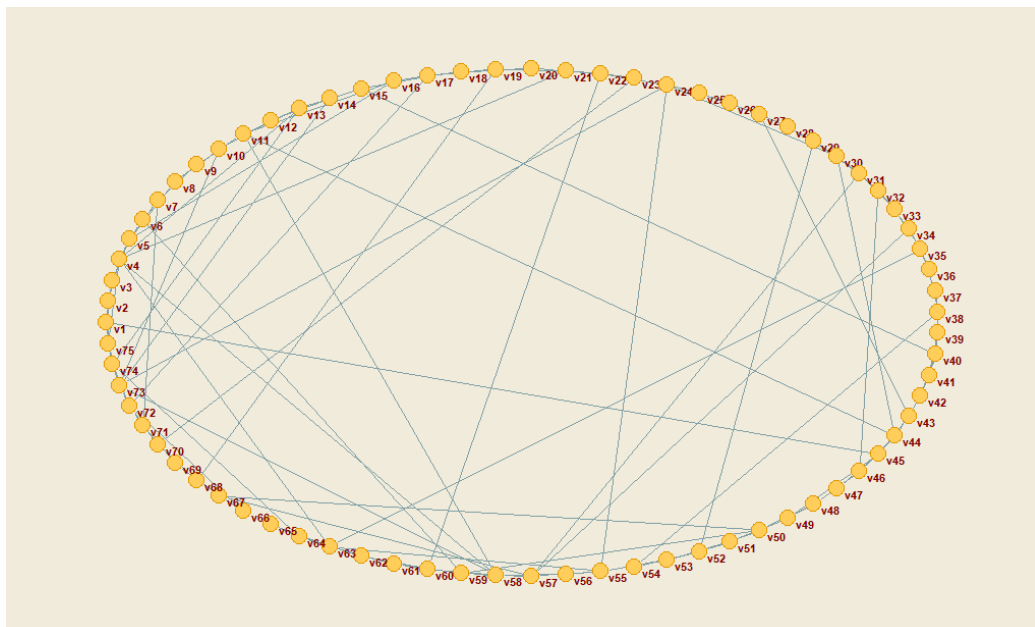
Para crear esta red vamos a utilizar el siguiente comando:



Rellenamos los campos, en primer lugar 75 vértices. Los dos campos restantes indican de probabilidad no muy elevada y no muchos vecinos, para intentar obtener una red de pequeño mundo.



Obtenemos la red SmallWorld.net



Tendremos que comprobar si es de pequeño mundo.

```

Number of vertices (n): 75
-----
                        Arcs      Edges
-----
Total number of lines      0      150
-----
Number of loops            0      0
Number of multiple lines   0      0
-----

Density1 [loops allowed]   = 0.05333333
Density2 [no loops allowed] = 0.05405405
Average Degree = 4.00000000

```

Todos los nodos son conexos, por ello la distancia media de los nodos alcanzables es la misma que la distancia media de la red.

```

Distribution of Distances
=====
Working...
Number of unreachable pairs: 0
Average distance among reachable pairs: 3.57802
The most distant vertices: v3 (3) and v37 (37). Distance is 7.
Time spent: 0:00:00

```

$$\langle d \rangle = \frac{\log N}{\log \langle K \rangle}$$

$$3.59 = \frac{\log 75}{\log 4}$$

$$3.578 = 3.114$$

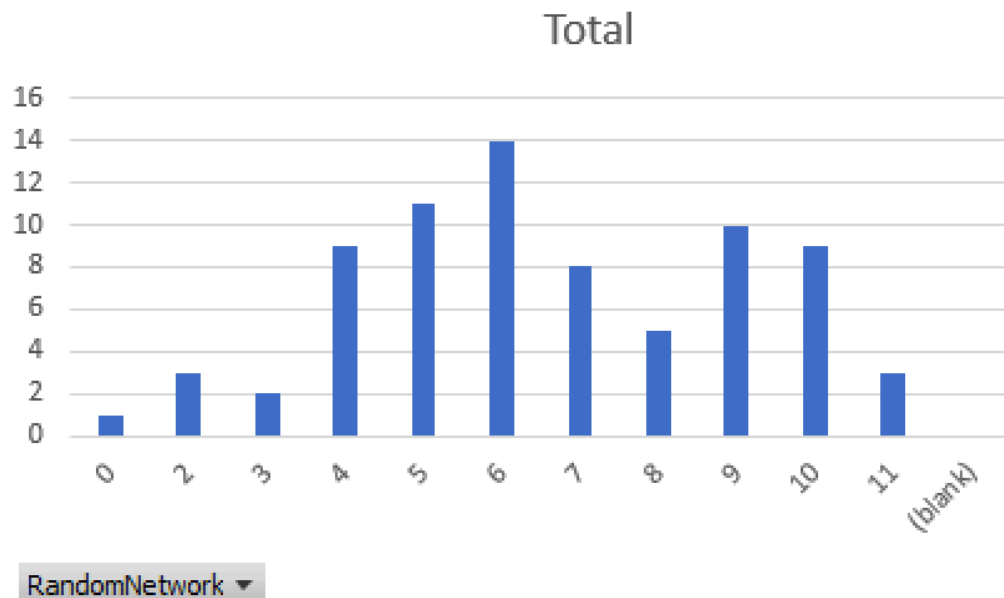
Como más o menos se cumple la igualdad podemos afirmar que son de pequeño mundo

4. Para las cuatro redes (las tres de los apartados anteriores y la original “Los Miserables”), calcular su distribución del grado e indicar si son aleatorias o de libre escala cada una de ellas (1 punto).

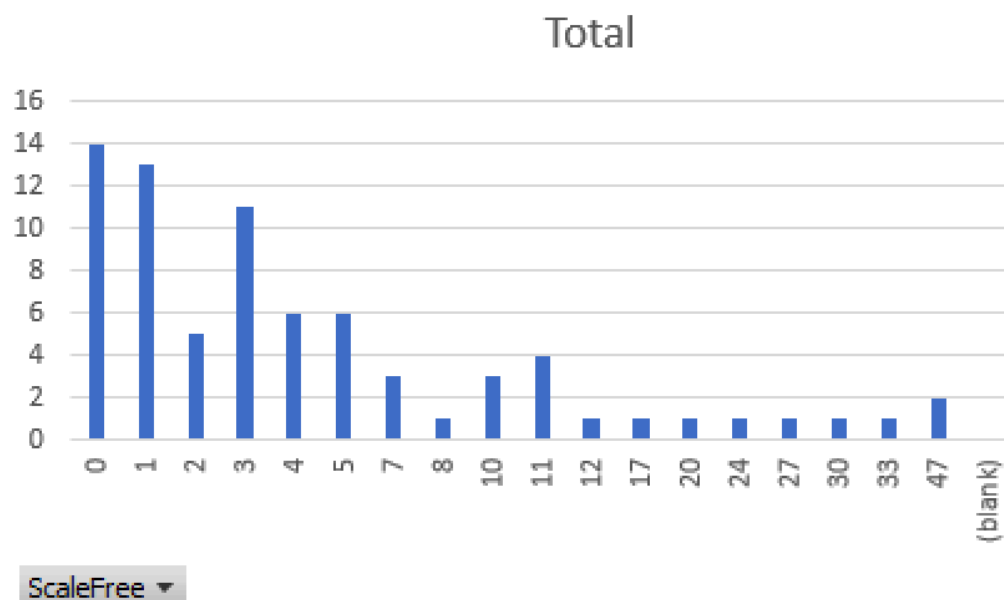
A continuación, vamos a enseñar el gráfico resultante de cada red, donde se muestra la distribución de los grados

Hay que tener en cuenta, para una red aleatoria se obtendrá una distribución normal, se mostrará un histograma con aspecto de distribución gaussiana, mientras que para las redes de libre escala esta distribución tendrá el aspecto similar a una función exponencial decreciente.

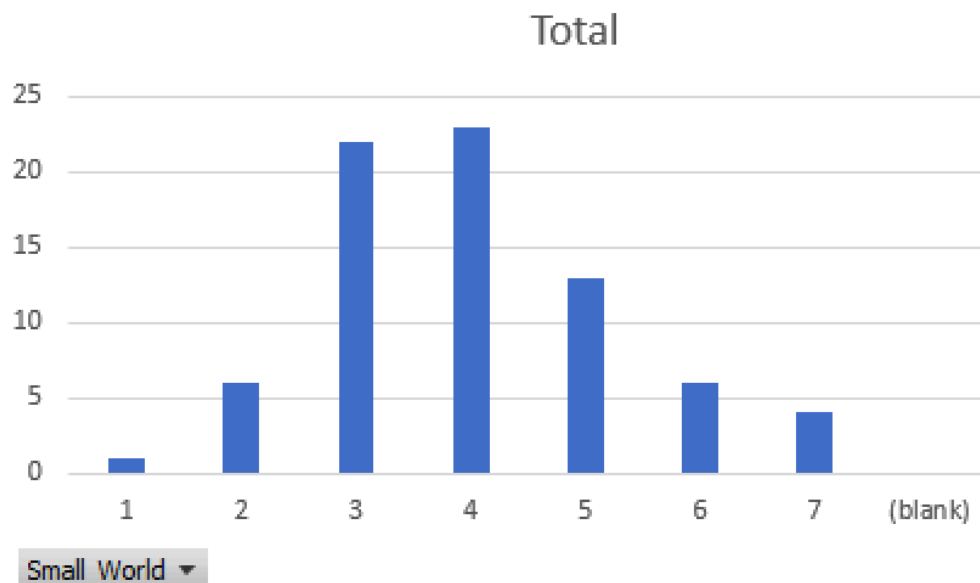
Comenzamos viendo la distribución que presenta la red aleatoria creada con el algoritmo Bermoulli/Poisson, donde obtenemos como es normal una distribución gaussiana o dada en una red aleatoria:



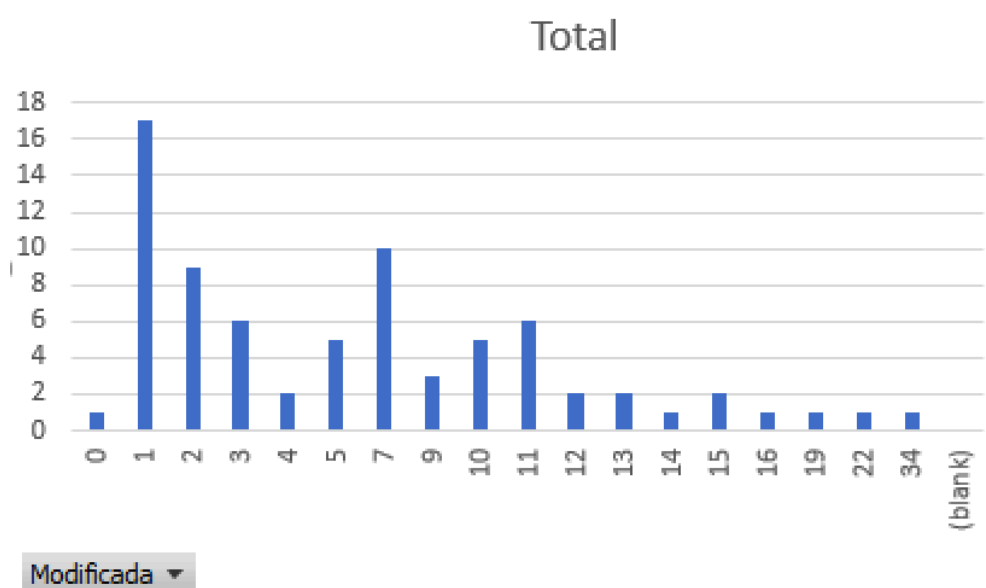
En la segunda distribución podemos ver la red creada aleatoriamente con el algoritmo red Scale Free (libre de escala), donde obtenemos obviamente una distribución libre de escala:



El siguiente gráfico representa una red generada aleatoriamente con el algoritmo Small World (pequeño mundo). Como podemos observar esta red también presenta una distribución gaussiana, típica de una red aleatoria.



Finalmente vamos a ver nuestra red modificada de los miserables, donde como podemos ver no presenta una distribución normal típicas en las redes aleatorias, si no que más bien podemos apreciar una distribución típica en una red libre de escala, aunque más atenuada que la que creamos con el algoritmo Scale Free (libre de escala) en Pajek. También destaca como hay algunos bastantes nodos con un grado medio más elevado, sin embargo, he decidido considerarla libre de escala por la curva decreciente que presenta.



5. Para las cuatro redes (las tres de los apartados anteriores y la original “Los Miserables”), calcular su distancia media e indicar si son de pequeño mundo cada una de ellas (1 punto).

Podemos decir que una red es de pequeño mundo si se cumple, con más o menos un 20% de error, la igualdad:

$$\langle d \rangle = \frac{\log N}{\log \langle K \rangle}$$

- Vamos a comenzar calculando la distancia media para la red aleatoria Bermoulli/Poisson:

```
Distribution of Distances
=====
Working...
Number of unreachable pairs: 148
Average distance among reachable pairs: 2.49130
The most distant vertices: v14 (14) and v64 (64). Distance is 5.
Time spent: 0:00:00
```

Obtenemos $\langle k \rangle$:

```
Number of vertices (n): 75
-----
                        Arcs      Edges
-----
Total number of lines           0      248
-----
Number of loops                 0        0
Number of multiple lines       0        0
-----

Density1 [loops allowed]      = 0.08817778
Density2 [no loops allowed]   = 0.08936937
Average Degree = 6.61333333
```

Una vez hechos los cálculos mostrados en el Excel adjunto “average_distance.xls” obtenemos:

$$\langle d \rangle = \frac{\log N}{\log \langle K \rangle}$$

$$2.638 = \frac{\log 75}{\log 6.613}$$

$$2.638 = 2.286$$

Por lo tanto, podemos concluir que esta red si que la podríamos considerar de pequeño mundo.

- A continuación, calculamos la distancia media para la red aleatoria Scale Free:

```
Distribution of Distances
=====
Working...
Number of unreachable pairs: 1890
Average distance among reachable pairs: 2.54918
The most distant vertices: v30 (30) and v34 (34). Distance is 5.
Time spent: 0:00:00
```

Obtenemos $\langle k \rangle$:

```
Number of vertices (n): 75
-----
                        Arcs      Edges
-----
Total number of lines      0      235
-----
Number of loops            0        0
Number of multiple lines   0      64
-----

Density1 [loops allowed]   = 0.08355556
Density2 [no loops allowed] = 0.08468468
Average Degree = 6.26666667
```

Hechos los cálculos necesarios en el fichero adjunto “average_distance.xls” obtenemos que:

$$\langle d \rangle = \frac{\log N}{\log \langle K \rangle}$$

$$3.887 = \frac{\log 75}{\log 6.267}$$

$$3.887 = 2.352$$

Por lo tanto, podemos concluir que esta red no es de pequeño mundo

- La siguiente distancia media por calcular va a ser para la red aleatoria Small World:

Distribution of Distances

```
Working...
Number of unreachable pairs: 0
Average distance among reachable pairs: 3.57802
The most distant vertices: v3 (3) and v37 (37). Distance is 7.
Time spent: 0:00:00
```

Obtenemos $\langle k \rangle$:

Number of vertices (n): 75

	Arcs	Edges
Total number of lines	0	150
Number of loops	0	0
Number of multiple lines	0	0

```
Density1 [loops allowed] = 0.05333333
Density2 [no loops allowed] = 0.05405405
Average Degree = 4.00000000
```

Este como ya hemos calculado anteriormente si es de pequeño mundo ya que una vez sustituidos los parámetros vemos como se cumple aproximadamente la igualdad:

$$\langle d \rangle = \frac{\log N}{\log \langle K \rangle}$$

$$3.578 = \frac{\log 75}{\log 4}$$

$$3.578 = 3.115$$

- Por último, para nuestra red modificada la distancia media va a ser:

Distribution of Distances

```
Working...
Number of unreachable pairs: 148
Average distance among reachable pairs: 2.62977
The most distant vertices: 2 (2) and 68 (66). Distance is 5.
Time spent: 0:00:00
```

Obtenemos $\langle k \rangle$

Number of vertices (n): 75		
	Arcs	Edges
Number of lines with value=1	0	91
Number of lines with value#1	0	151
Total number of lines	0	242
Number of loops	0	0
Number of multiple lines	0	0
Density1 [loops allowed] = 0.08604444		
Density2 [no loops allowed] = 0.08720721		
Average Degree = 6.45333333		

Calculados los datos en el fichero adjunto “*average_distance.xls*” obtenemos que:

$$\langle d \rangle = \frac{\log N}{\log \langle K \rangle}$$

$$2.773 = \frac{\log 75}{\log 6.453}$$

$$2.773 = 2.316$$

Por lo tanto, podemos concluir que esta red si que podría considerarse de pequeño mundo.

6. Indicar la medida de centralidad que nos parece mejor en este caso y la motivación de esta opinión en esta red (0.5 puntos).

Creo que en este caso una buena medida de centralidad podría ser la de grado (*degree centrality*), ya que nos podría dar los personajes más influyentes, en base a las conexiones entre estos, es decir un personaje será más importante para la trama conforme tenga más relación con el resto de los personajes. Esta es una de las medidas de centralidad más adecuadas para conectar persona.

Pro otro lado, podemos también tener en cuenta otras medidas de centralidad como *Weighted All Degree*, es decir, en este caso tenemos en cuenta, además del numero de aristas conectadas de un nodo con otros nodos, el peso de estas conexiones (aristas), que en este caso sería el numero de interacciones entre los personajes.

Hubs and authorities también podría ser una buena medida de centralidad, contabilizando más la importancia de las conexiones (aristas) con los nodos más

importantes. Considero que esta medida contabilizara sobretodo las conexiones de los personajes principales entre si.

7. Busca los cinco nodos más importantes en la red y los cinco nodos con una interpretación más diferente en función del criterio de centralidad usado (1.5 puntos).

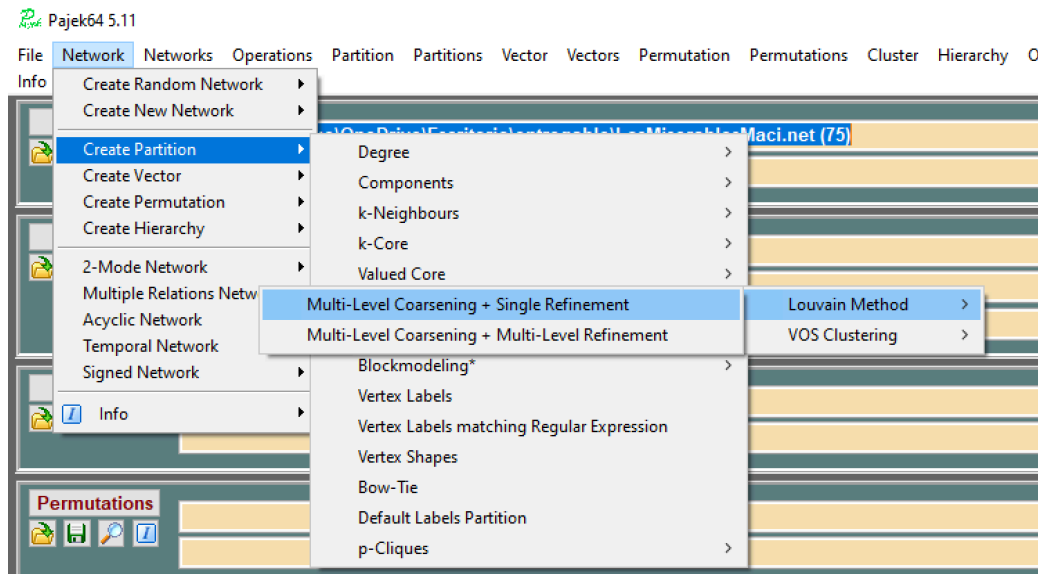
Como he dicho en el ejercicio anterior he decidido utilizar como posibles medidas de centralidad: *Degree*, *Weighted Degree*, y *Hubs and authorities*. Y su posterior análisis en el documento adjunto "*centralitry.xls*"

Comparando estos tres métodos he elegido como medida de centralidad *hubs and authorities* en un (0.7) debido de que a pesar de que los 3 criterios nos dan resultados relativamente parecidos, he querido dar importancia a los nodos hubs, esto se puede traducir en personajes en diferentes tramas en el mismo libro que conectan con personajes de otra trama, por lo tanto, deben de tener una gran importancia en la historia. Por otro lado, también he querido tener en cuenta en un (0.3) *Degree* ya que lo considero un criterio también de importancia. Para ello he tomado como criterio de agregación y dispersión los porcentajes.

- Los 5 nodos más importantes en mi red son(label): **12, 56, 27, 59 y 63.**
- Por otro lado, los nodos que más difieren en función del criterio elegido son: **27, 56, 59, 63, 60**

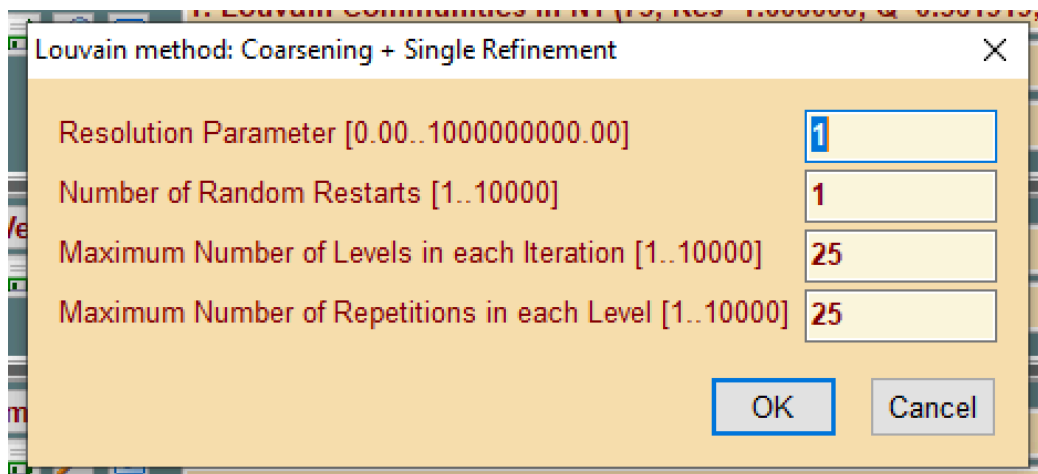
8. Para la red "Los Miserables" realizar un clustering por el método de Lovaina e interpretar la modularidad alcanzada. Saca de forma separada cada una de las redes de cada clúster y la red donde todo el clúster se representa como un punto (1.5 puntos).

Empezamos utilizado el método de Louvain por que damos más importancia a la modularidad, en concreto el método de refinamiento simple, ya que para nuestra red lo considero suficiente



A continuación, encontramos 4 parametros:

- El primer parámetro de resolución que se utiliza para decidir el numero de cortes
- El segundo es la semilla de aleatoriedad, es decir sirve indicarle al algoritmo el numero de permutaciones
- El tercero y el cuarto sirven para fijar el limite de iteraciones en el algoritmo en el primer paso y segundo paso respectivamente



Con los datos que se enseñan en la imagen anterior obtenemos 7 clúster y una modularidad e 0.562 como se muestra a continuación:

```

Number of Clusters: 7
Modularity: 0.561919

Maximum Number of Levels in each Iteration reached: 3
Maximum Number of Repetitions in each Level reached: 4

```

Pruebo a cambiar la semilla de alteridad a 10 y vemos que el modularidad y el numero de clúster no ha cambiado. Incluso con 100, que no he decidido mostrar.

```
Number of Clusters: 7
Modularity: 0.562619

Maximum Number of Levels in each Iteration reached:      3
Maximum Number of Repetitions in each Level reached:     4
Time spent: 0:00:00
```

A continuación, voy a probar con reducir el parámetro de resolución para intentar cambiar el numero de clúster reduciéndolo a 0.9, 0.8 consiguiendo una modularidad peor, hasta que en 0.7 consigo reducir el numero de clúster hasta 6.

```
Number of Clusters: 6
Modularity: 0.641451

Maximum Number of Levels in each Iteration reached:      3
Maximum Number of Repetitions in each Level reached:     6
Time spent: 0:00:00
```

Modularity of Network N1 according to Partition C4

```
Working...
Resolution: 1.000000
Modularity: 0.542774
Number of Clusters: 6
Time spent: 0:00:00
```

Por tanto, voy a probar aumentando el parámetro de resolución a 1.1 sin mejorar el modularidad y 1.2 donde consigo aumentar el número de clúster pero sin mejorar la modularidad

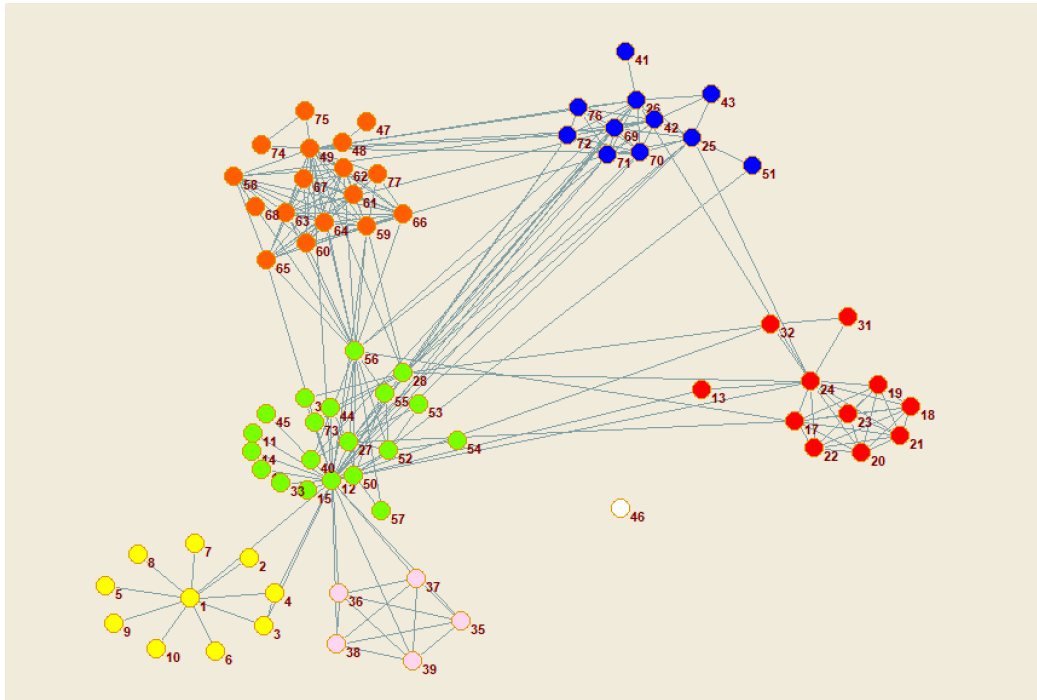
```
Number of Clusters: 8
Modularity: 0.513321

Maximum Number of Levels in each Iteration reached:      3
Maximum Number of Repetitions in each Level reached:     4
Time spent: 0:00:00
```

Modularity of Network N1 according to Partition C8

```
Working...
Resolution: 1.000000
Modularity: 0.561939
Number of Clusters: 8
Time spent: 0:00:00
```

Por lo tanto decido quedarme con la segunda partición donde tengo 7 nodos y una modularidad de 0.563, es decir:

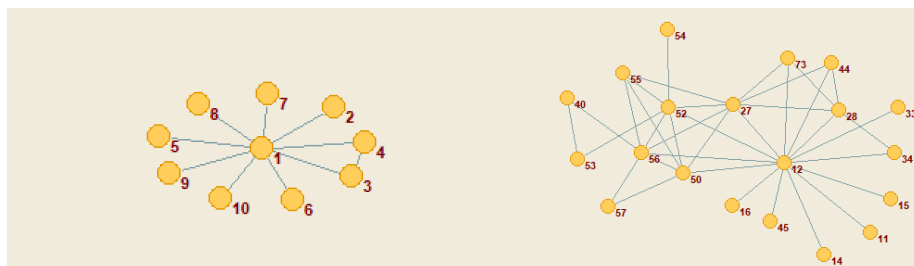


Number of Clusters: 7
Modularity: 0.562619

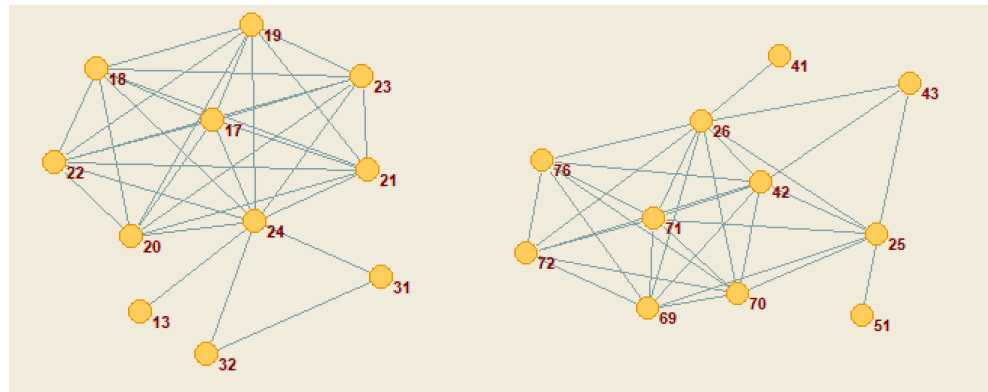
Maximum Number of Levels in each Iteration reached: 3
Maximum Number of Repetitions in each Level reached: 4
Time spent: 0:00:00

A continuación, extraemos las subredes de cada clúster (estas se encuentran guardada en un fichero de nombre como el color representado en la red original):

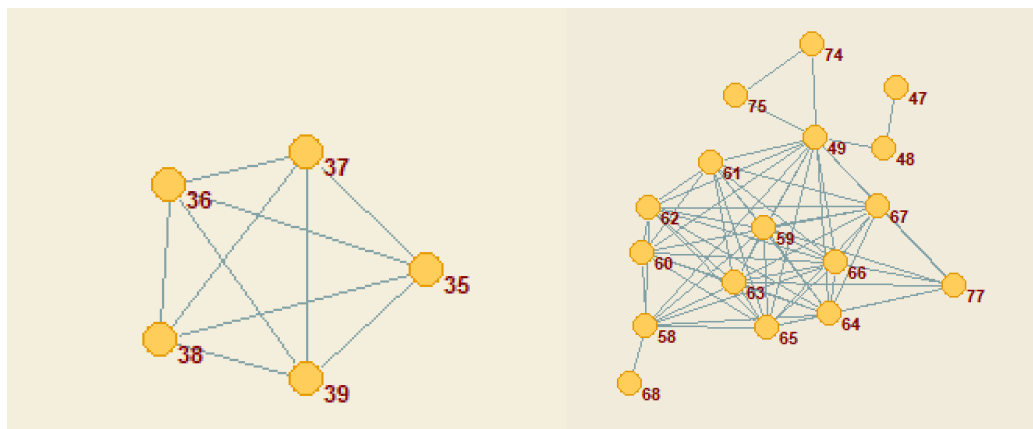
- 1º clúster (amarillo) y 2º clúster (verde):



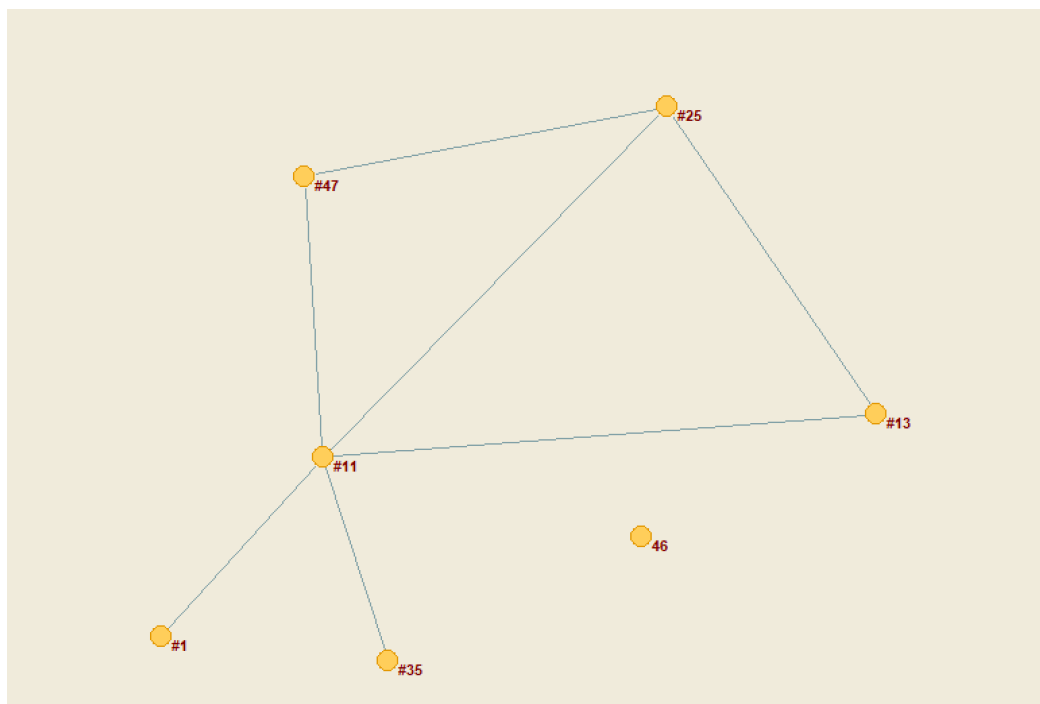
- 3º clúster (rojo) y 4º clúster (azul):



- 5º clúster (rosa), 6º clúster (blanco) (*este sin representación, ya que es solo un nodo*) y 7º clúster (naranja):



Por último, obtenemos la red donde cada clúster se representa en un solo punto. Voy a poner un mínimo de una relación entre clúster para visualizarlo



También obtenemos las relaciones entre clúster en la siguiente tabla, sacada del archivo “cluster_relations.xls”.

Numero aristas:

	#1	#11	#13	#25	#35	46	#47
#1	32	11	0	0	0	0	0
#11	11	154	21	48	12	0	48
#13	0	21	105	3	0	0	0
#25	0	48	3	80	0	0	8
#35	0	12	0	0	21	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0
#47	0	48	0	8	0	0	252

Porcentajes aristas:

0,033827	0,011628	0	0	0	0	0
0,011628	0,162791	0,022199	0,05074	0,012685	0	0,05074
0	0,022199	0,110994	0,003171	0	0	0
0	0,05074	0,003171	0,084567	0	0	0,008457
0	0,012685	0	0	0,022199	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0,05074	0	0,008457	0	0	0,266385

Vemos como los clústeres naranja y verde son los que más relaciones presentan con el resto de los clústeres, pero esto lo analizaremos de forma detallada en el ejercicio siguiente.

9. Ver la importancia de cada clúster y la capacidad de cada uno de ellos para intermediar (1.5 puntos).

Para calcular la importancia de cada clúster hay 3 formás:

- **Importancia de nodos en cada clúster.** En le Fichero “centrality.xls” ya tenemos la importancia de los nodos calculadas, dividimos en clúster cada nodo y obtenemos el porcentaje de importancia en cada nodo.

Row Labels	Sum of Agregacion	Average of Agregacion2	Count of Agregacion2
1	0,031187962	0,003118796	10
2	0,353147013	0,017657351	20
3	0,075306642	0,006846058	11
4	0,129347206	0,011758837	11
5	0,030603571	0,006120714	5
6	0	0	1
7	0,380407607	0,022376918	17
(blank)			
Grand Total	1	0,013333333	75

En este método el clúster 7(naranja) sería el más importante, seguido del clúster 2 (verde). Este método es recomendado para redes pequeñas y no con muchos clústeres por lo que no podríamos utilizarlo para nuestra red, ya que considero que tenemos un número de clúster elevados respecto al número de nodos.

- **Ver el porcentaje de aristas en cada clúster, tanto internas como externas.**
En el Fichero "*cluster_relations.xls*" hemos calculado los porcentajes de aristas internas y externas. Sacando las relaciones de aristas obtenemos los porcentajes.

	#1	#11	#13	#25	#35	46	#47	TOTAL
#1	32	11	0	0	0	0	0	43
#11	11	154	21	48	12	0	48	294
#13	0	21	105	3	0	0	0	129
#25	0	48	3	80	0	0	8	139
#35	0	12	0	0	21	0	0	33
46	0	0	0	0	0	0	0	0
#47	0	48	0	8	0	0	252	308

Visto el número de aristas de cada clúster obtengo los porcentajes de aristas internas donde el nodo más importante vemos que es el clúster 7 (naranja), seguido por mucha diferencia del clúster 2 (verde).

A continuación, obtenemos el porcentaje de aristas salientes, para ver también la importancia de cada clúster en las comunicaciones con otros clústeres. Aquí vemos como el clúster 2 (verde) obtiene una mayor importancia frente al resto, y como el 7 (naranja) aquí podríamos decir que es de mediana importancia comparándolo también con el 4 clúster (azul).

10		importancia de comunicaciones internas		
11	Cluster 1	0,049689441		
12	Cluster 2	0,239130435		
13	Cluster 3	0,163043478		
14	Cluster 4	0,124223602		
15	Cluster 5	0,032608696		
16	Cluster 6	0		
17	Cluster 7	0,391304348		
18				
19		importancia de comunicaciones externas		
20		all		
21	Cluster 1	0,036423841		
22	Cluster 2	0,463576159		
23	Cluster 3	0,079470199		
24	Cluster 4	0,195364238		
25	Cluster 5	0,039735099		
26	Cluster 6	0		
27	Cluster 8	0,185430464		

Considero el clúster 2(verde) como el más importante seguido del 7 (naranja). He decidido dar más importancia al porcentaje de aristas

salientes de cada clúster, ya que en mi opinión este clúster 2 (verde) tendrá una mayor centralidad que el 7 (naranja). Esto en el libro se puede traducir en que los personajes del clúster 7 (naranja) aparezcan en una parte concreta y de forma más aislada en la trama del libro, pudiendo ser personajes secundarios o incluso antagonistas, villanos, etc., mientras que los del clúster 2 (verde) aparecerán a lo largo de toda la trama de manera más frecuente, pudiendo ser los protagonistas de la historia

Para mi este método es el más efectivo para medir la importancia de cada clúster ya que lo considero el más apropiado para el tamaño de la red y numero de clústeres, a demás de la información que nos brinda. También tener en cuenta que la información aportada en este método cambia la perspectiva de importancia de clústeres con respecto a los anteriores

- **Importancia de clúster en una red donde cada clúster actúa como un nodo.**
En el Fichero “*centrality_cluster_reduced.xls*” encontramos la centralidad de esta red y a continuación tratamos de calcular la importancia de cada nodo donde obtenemos

Row Labels	Sum of Agregacion
46	0
#1	0,035495046
#11	0,299052123
#13	0,10595145
#25	0,130070078
#35	0,028256589
#47	0,401174714
Grand Total	1

Para este clúster he tenido más en cuenta *Weighted Degree*, que *Degree*, debido a que puse como condición solo una relación por clúster para crear las aristas. El clúster ganador es el 7(naranja) seguido del 2 (verde). Este método no lo considero tampoco adecuado debido al tamaño de la red, ya que no hay demasiados nodos.

10. Para los dos nodos indicados para cada uno de vosotros y que sean de distinto clúster mira su centralidad en general en la red (de forma comparativa con el resto de la red), en su clúster y para intermediar entre los distintos clúster (1.5 puntos).

Vamos a analizar los nodos 31 y 32

Para calcular esta importancia le ha dado 70% por *H&A* y 15% en *Degree* y 15% en *Weighted Degree*

Cohesividad interna:

En la red original:

Numbe	Label	All Degree	Weighted	H&A of N1 (75	PorDeg	PorH&A	Agregaci	Dispersi	Partitic
17	17	9	26	0,018732217	0,018595	0,004235	0,008543079	0,014359946	3
18	18	7	24	0,007218496	0,014463	0,001632	0,005481244	0,012830808	3
19	19	7	24	0,007218496	0,014463	0,001632	0,005481244	0,012830808	3
20	20	7	25	0,007341778	0,014463	0,00166	0,005500755	0,012802936	3
23	23	7	24	0,008250238	0,014463	0,001865	0,005644528	0,012597545	3
22	22	7	25	0,00837352	0,014463	0,001893	0,005664039	0,012569673	3
21	21	7	26	0,008478742	0,014463	0,001917	0,005680691	0,012545884	3
24	24	14	46	0,086366307	0,028926	0,019526	0,022346044	0,009399394	3
29	31	2	3	0,00214321	0,004132	0,000485	0,001578854	0,003647681	3
30	32	4	8	0,026229823	0,008264	0,00593	0,006630479	0,002334263	3
13	13	2	3	0,009579248	0,004132	0,002166	0,002755684	0,001966496	3
Importancia 31		0,033811	3,381069						
Importancia 32		0,021636	2,16365						

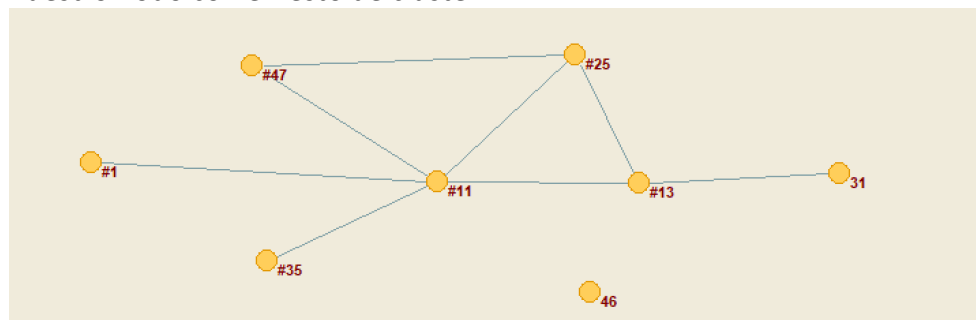
Una vez hecho los grupos:

Numbe	Label	All Deg	Weight	Hub Weigh	Author	PorDegree	PorWeight	PorHub	Agregati	PorAgreg
9	24	10	29	0,351398154	0,351398	0,15625	0,138095238	0,12117095	0,1289715	12,8971451
6	21	7	26	0,37185437	0,371854	0,109375	0,123809524	0,12822477	0,124735	12,4735017
7	22	7	25	0,359728071	0,359728	0,109375	0,119047619	0,124043316	0,1210937	12,1093714
5	20	7	25	0,358513655	0,358514	0,109375	0,119047619	0,123624555	0,1208006	12,0800581
8	23	7	24	0,346710224	0,34671	0,109375	0,114285714	0,119554434	0,1172372	11,7237211
2	17	7	24	0,345495809	0,345496	0,109375	0,114285714	0,119135673	0,1169441	11,6944078
3	18	7	24	0,345495809	0,345496	0,109375	0,114285714	0,119135673	0,1169441	11,6944078
4	19	7	24	0,345495809	0,345496	0,109375	0,114285714	0,119135673	0,1169441	11,6944078
11	32	2	4	0,029973034	0,029973	0,03125	0,019047619	0,010335458	0,0147795	1,47794638
10	31	2	3	0,016745156	0,016745	0,03125	0,014285714	0,005774152	0,0108723	1,08722638
1	13	1	2	0,028609698	0,02861	0,015625	0,00952381	0,009865346	0,0106781	1,06780635
TOTAL		64	210	2,900019789		1	1	1		100

Ambos nodos vemos como estarán comidos en la red ya que prácticamente no tienen importancia en la red original y una vez en el clúster tampoco ganan mucha importancia, además conservan sus posiciones relativas 2º y 3º por el final. Quizás podemos decir que el nodo 8 es el que menos cómodo se sentiría de los dos nodos al formar parte del clúster, pero como apenas tiene importancia en la red origina no lo considero relevante.

Cohesividad externa:

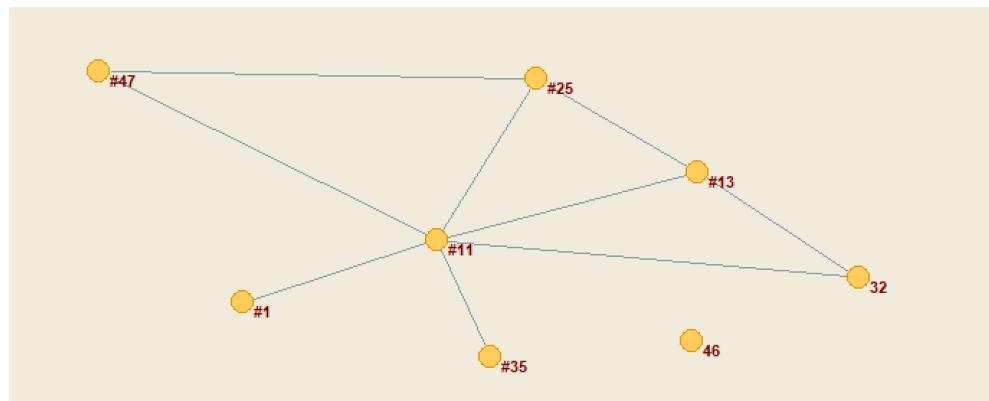
- **Para el nodo 31.** Al nodo 31 le asignamos un clúster diferente por ejemplo el 8 y aglutinamos todos los clústeres en un solo nodo y vemos como interactúa nuestro nodo con el resto de clúster



Tras hacer el análisis en el fichero “*node_relation31.xls*” podemos concluir que el nodo 31 solo podría estar relacionado con el clúster 3(rojo) ya que no tiene ninguna relación con el resto de clúster.

En el fichero “*node_relation31.xls*” se han calculado los porcentajes y las importancias externa y externas

- **Para en nodo 32.** Al nodo 32 le asignamos un clúster diferente el 8 y aglutinamos todos los clústeres en un solo nodo y vemos como interactúa nuestro nodo con el resto de clúster



Tras hacer el análisis en el fichero “*node_relation32.xls*” podemos concluir que el nodo 32 ha sido clasificado en el clúster 3(rojo), pero podría haber sido clasificado también en el clúster 2 (verde), el criterio *Hubs and authorities* ha sido determinante para que este vaya al clúster 2 (rojo) en lugar del 3 (verde) ya que quizás el perteneciente a este ultimo era un nodo no hub

En el fichero “*node_relation32.xls*” se han calculado los porcentajes y las importancias externa y externas