

# Tarea 5: Caracterización Estructural de las instancias

5171

4 de junio de 2019

**Objetivo:** Se selecciona un generador de grafo y el más eficiente de los algoritmos de la tarea anterior, se visualiza por lo menos cinco de las instancias producidas por el generador seleccionado y se visualiza esos grafos con un algoritmo de acomodo que parece producir el resultado más entendible. Se calcula las siguientes características estructurales para todos sus vértices:

- distribución de grado (inglés: degree distribution)
- coeficiente de agrupamiento (inglés: clustering coefficient)
- centralidad de cercanía (inglés: closeness centrality),
- centralidad de carga (inglés: load centrality),
- excentricidad (inglés: eccentricity)
- PageRank.

Además se diseña, se ejecuta y se analiza un experimento que busca establecer si estas características de los vértices afectan a tiempo de ejecución del algoritmo seleccionado o al valor del óptimo de alguna manera sistemática, buscando concluir cuáles vértices son buenas fuentes, cuáles son buenos sumideros, y cuáles sería mejor no usar como ninguno si uno busca obtener un alto flujo y no batallar demasiado con el tiempo de ejecución del algoritmo.

## Generador usado

El generador usado es geométrico aleatorio, ya que se encontró aplicación para la configuración de redes inalámbricas. El modelo de grafo geométrico aleatorio coloca los nodos uniformemente al azar en el cubo unitario. Dos

nodos se unen en un borde si la distancia euclidiana está entre los nodos.  
En la figura 1 se observa los grafos obtenidos con este generador.

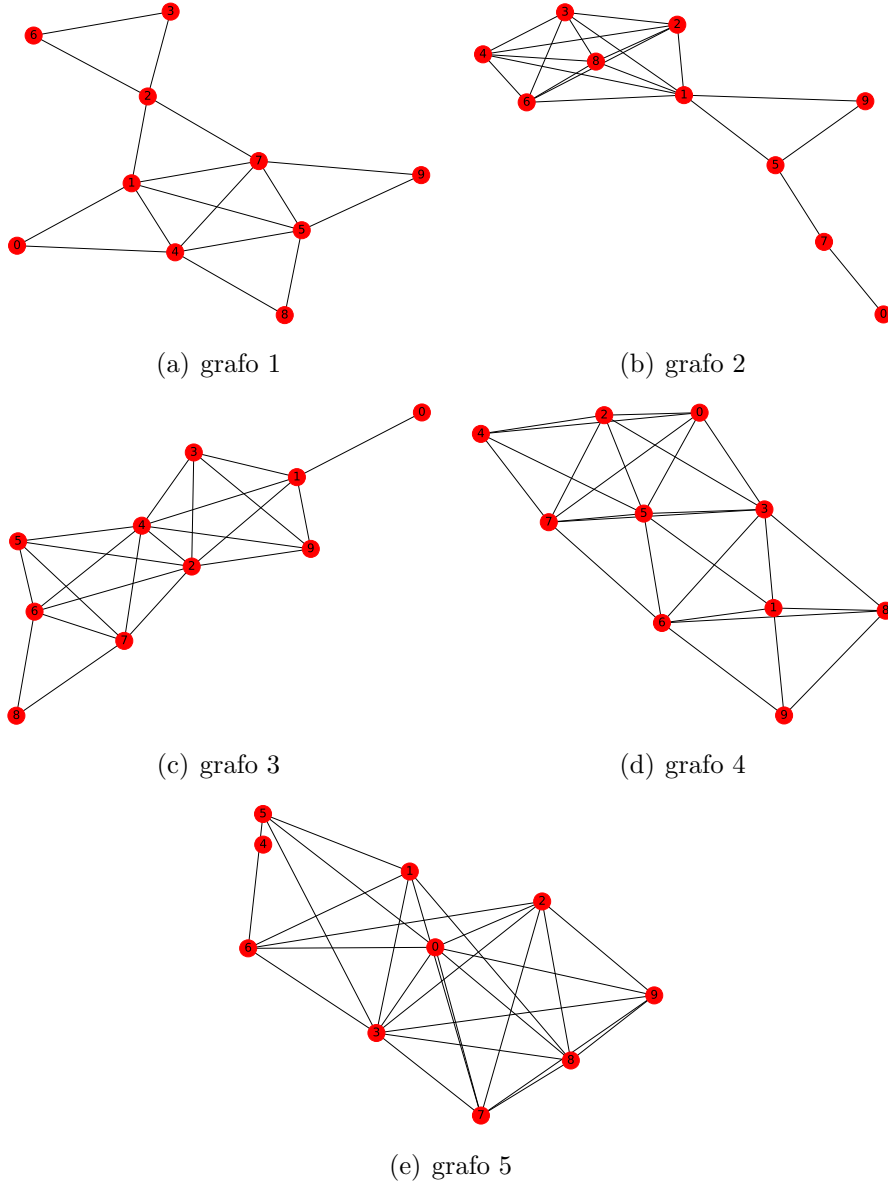
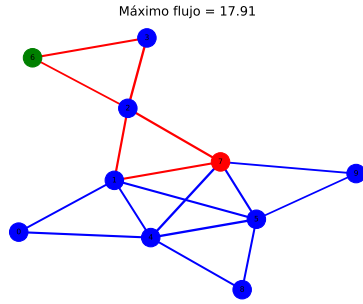


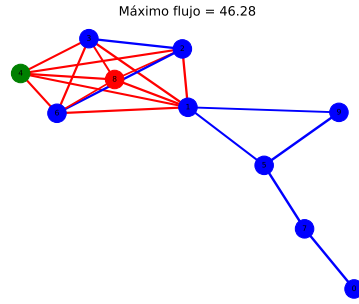
Figura 1: Grafos generados

## Nodos fuente y sumidero

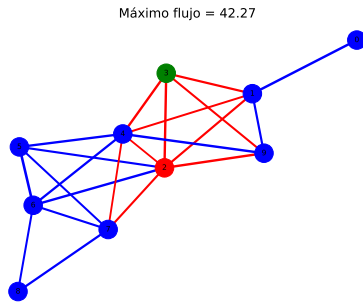
En la Figura 2 el nodo verde indica que es un nodo fuente y el nodo rojo indica que es un nodo sumidero, se puede observar cuales de los nodos es mejor usar como fuente y sumidero, dado que arroja el mayor valor de flujo máximo.



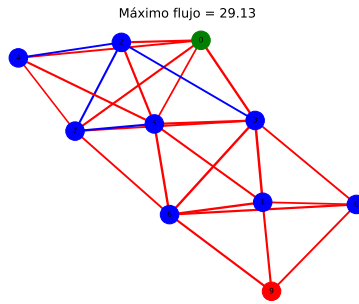
(a) grafo 1



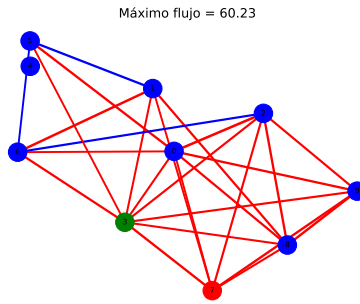
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4



(e) grafo 5

Figura 2: Visualización del nodo fuente y sumidero para cada grafo

Además se midió el tiempo para cada instancia, tomando en cuenta que no solamente los mejores fuentes y sumideros fueran por el valor de su flujo máximo, sino también por el menor tiempo de ejecución.

En la figura 3, muestra para cada instancia su tiempo de ejecución del cálculo de su flujo máximo.

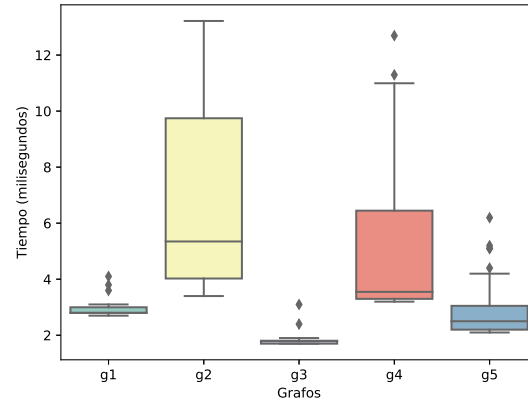
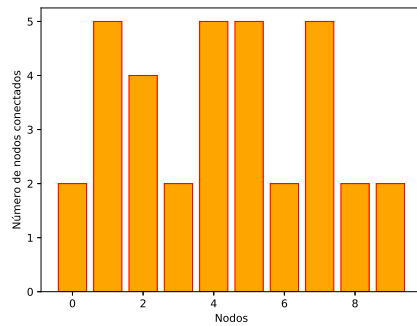


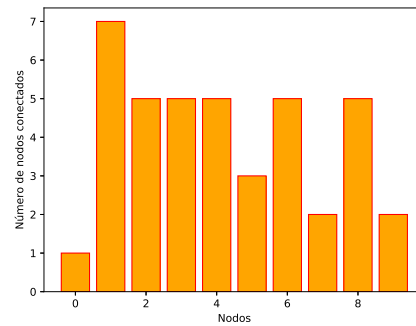
Figura 3: Tiempo de ejecución

## Distribución de grado

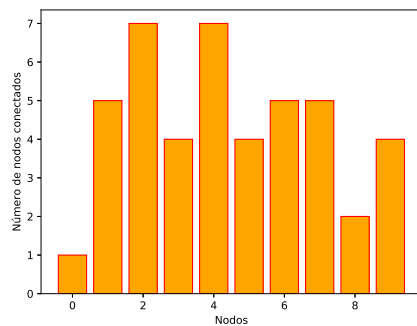
Es el número de conexiones que tiene con otros nodos y la distribución de grados es la distribución de probabilidad de estos grados en todo el grafo.



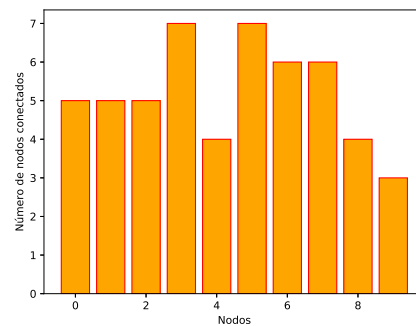
(a) grafo 1



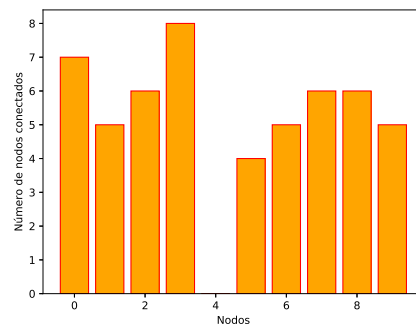
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4

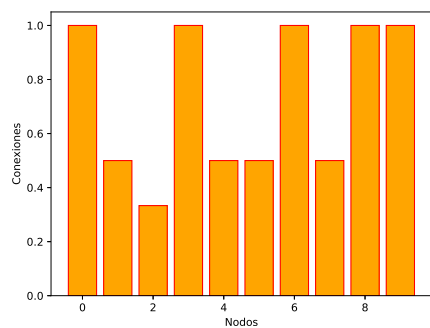


(e) grafo 5

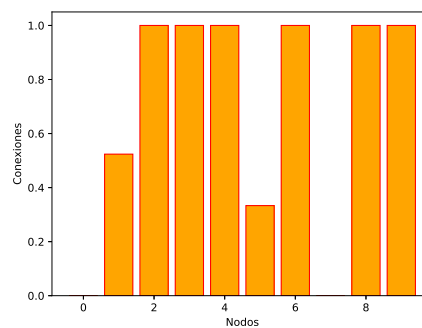
Figura 4: Histograma de distribución de grado para cada grafo.

## Coeficiente de agrupamiento

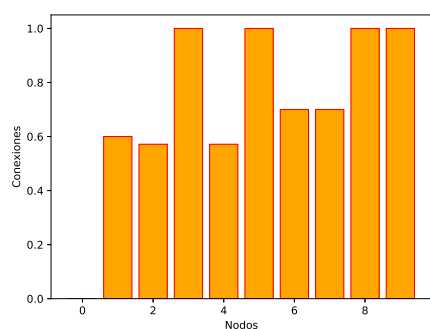
Cuantifica qué tanto está de agrupado (o interconectado) con sus vecinos.



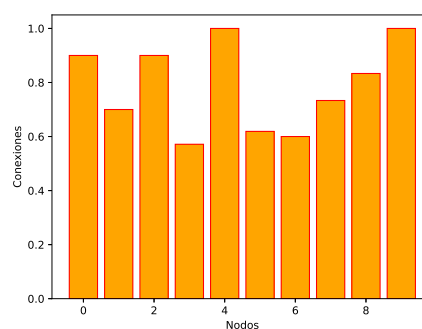
(a) grafo 1



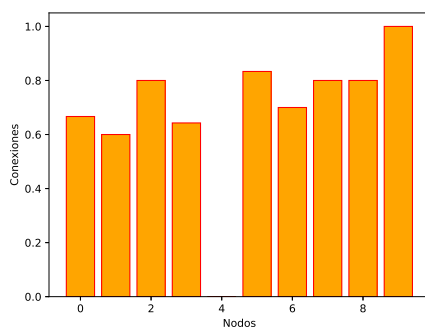
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4

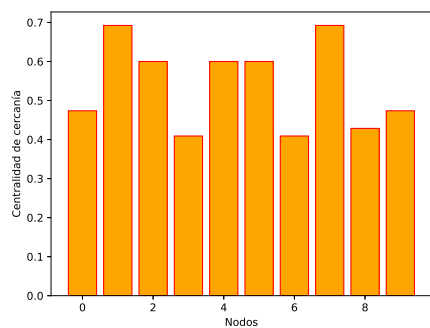


(e) grafo 5

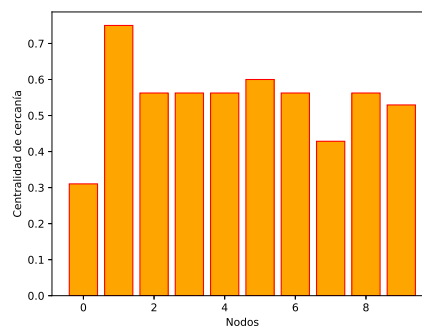
Figura 5: Histograma de agrupamiento para cada grafo.

## Centralidad de cercanía

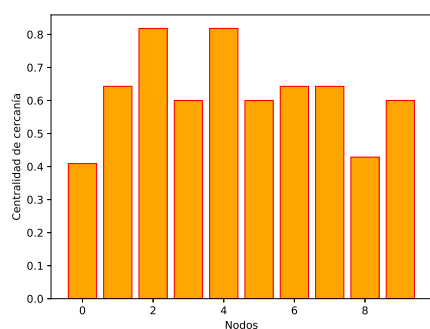
El promedio de las distancias del vértice a todos los demás.



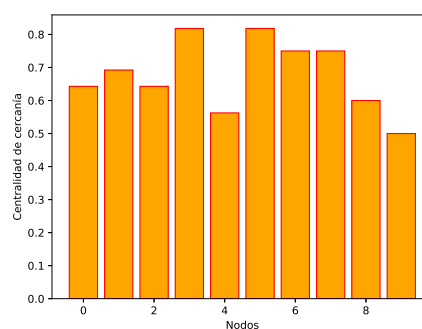
(a) grafo 1



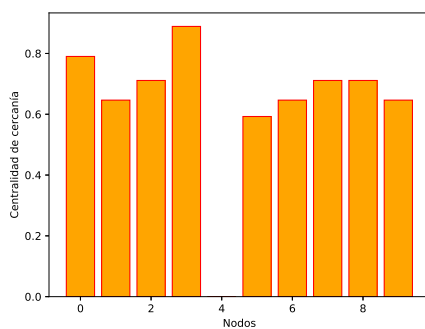
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4



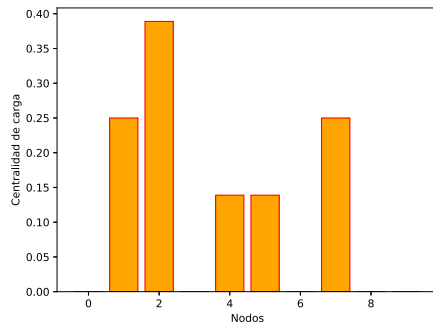
(e) grafo 5

Figura 6: Histograma de centralidad de cercanía para cada grafo.

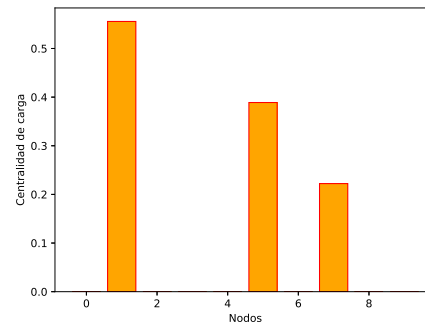
## Centralidad de carga

Es la fracción de todas las rutas más cortas que pasan a través de ese nodo.

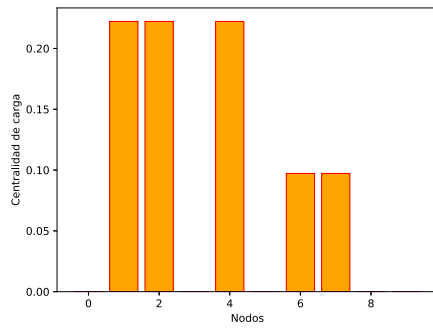




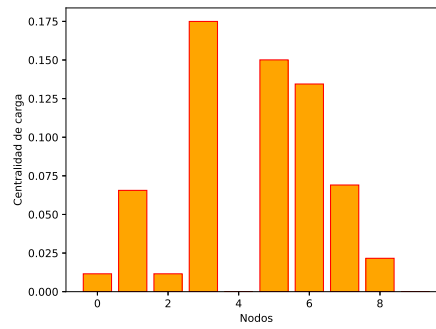
(a) grafo 1



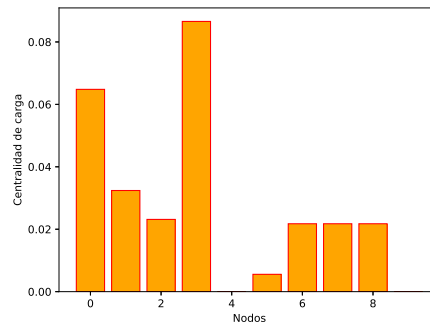
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4

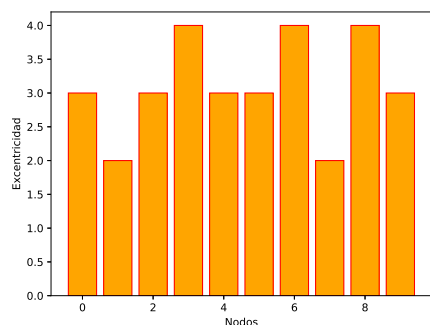


(e) grafo 5

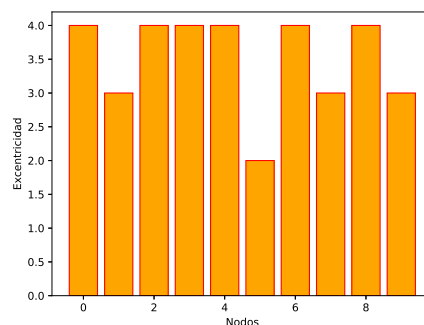
Figura 7: Histograma de centralidad de carga para cada grafo.

## Excentricidad

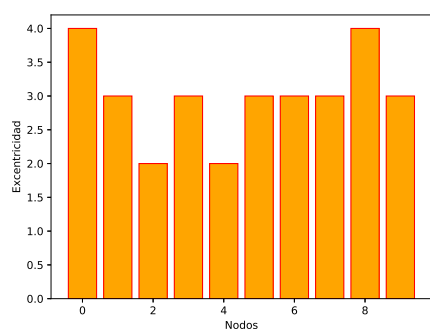
La excentricidad de un nodo  $v$  es la maxima distancia de  $v$  a todos los nodos en  $G$ .



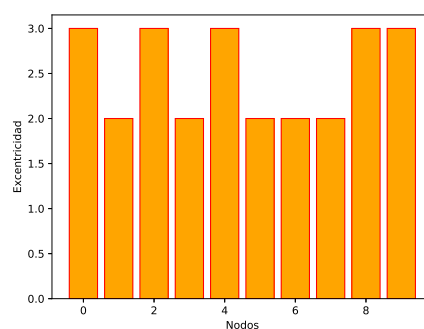
(a) grafo 1



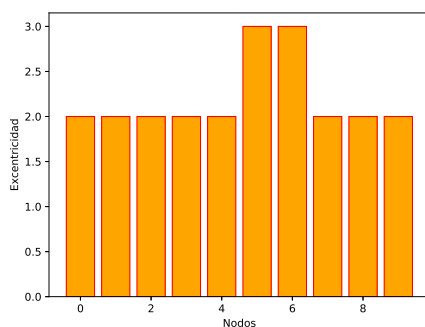
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4



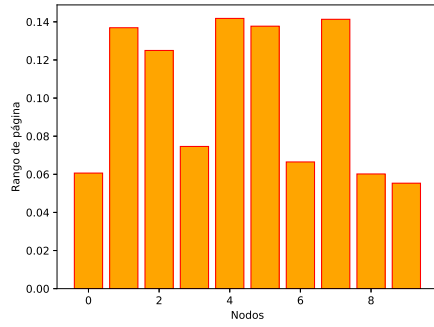
(e) grafo 5

Figura 8: Histograma de excentricidad cada grafo.

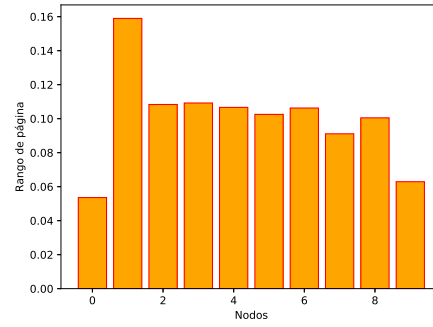
## Rango de página

Calcula una clasificación de los nodos en el gráfico G en función de la estructura de los enlaces entrantes. Originalmente fue diseñado como un al-

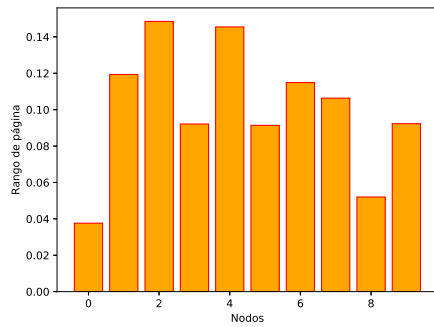
goritmo para clasificar páginas web.



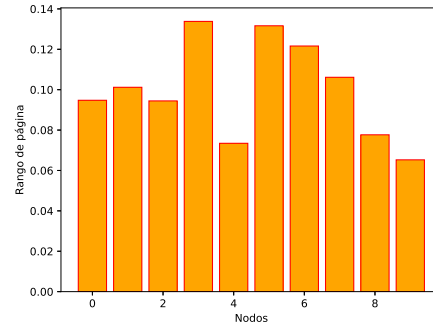
(a) grafo 1



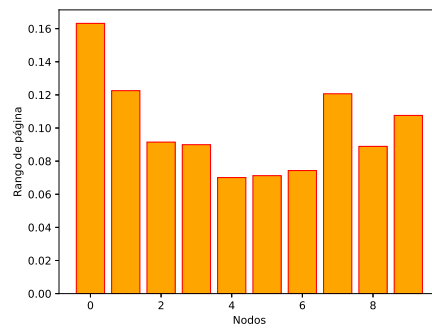
(b) grafo 2



(c) grafo 3



(d) grafo 4



(e) grafo 5

Figura 9: Histograma de rango de página para cada grafo.

## Resultados

Se realizó un análisis de las relaciones de las características estudiadas contra el tiempo, de los cuales se presentan los resultados en el cuadro 1. Se puede observar que solamente presentan relación entre las características:

- Distribución de grado y Excentricidad
- Distribución de grado y Coeficiente de Agrupamiento

Además no presentan relación respecto al tiempo.

	coef	std err	t	$P >  t $	[0.025	0.975]
Intercept	0.1072	0.334	0.321	0.752	-0.594	0.809
DisGrado	-0.0234	0.069	-0.340	0.738	-0.168	0.121
CoefAgrup	-0.0149	0.289	-0.052	0.959	-0.622	0.592
CentralidadCerc	-0.0013	0.478	-0.003	0.998	-1.005	1.002
CentralidadCar	-1.2646	2.075	-0.609	0.550	-5.625	3.096
Excentricidad	-0.0492	0.079	-0.621	0.543	-0.216	0.117
PageRank	3.0843	5.919	0.521	0.609	-9.350	15.519
DisGrado:CoefAgrup	-0.0074	0.041	-0.182	0.858	-0.093	0.078
DisGrado:CentralidadCerc	0.0735	0.037	1.990	0.062	-0.004	0.151
DisGrado:CentralidadCar	-0.1205	0.143	-0.842	0.411	-0.421	0.180
DisGrado:Excentricidad	0.0006	0.009	0.073	0.943	-0.017	0.019
DisGrado:PageRank	-0.0196	0.301	-0.065	0.949	-0.653	0.613
CoefAgrup:CentralidadCerc	-0.1549	0.255	-0.608	0.551	-0.690	0.380
CoefAgrup:CentralidadCar	0.0912	0.191	0.478	0.638	-0.309	0.492
CoefAgrup:Excentricidad	0.0201	0.056	0.357	0.725	-0.098	0.139
CoefAgrup:PageRank	0.1214	1.439	0.084	0.934	-2.902	3.144
CentralidadCerc:CentralidadCar	1.3754	3.236	0.425	0.676	-5.423	8.174
CentralidadCerc:Excentricidad	0.0572	0.122	0.470	0.644	-0.198	0.313
CentralidadCerc:PageRank	-5.3930	7.274	-0.741	0.468	-20.676	9.890
CentralidadCar:Excentricidad	0.0674	0.262	0.257	0.800	-0.484	0.618
CentralidadCar:PageRank	5.2518	2.348	2.237	0.038	0.319	10.185
Excentricidad:PageRank	-0.1536	0.769	-0.200	0.844	-1.770	1.463

Cuadro 1: Análisis de ANOVA

## Referencias

- [1] SCHAEFFER E. *Optimización de flujo en redes*, 2019.  
<https://elisa.dyndns-web.com/teaching/opt/flow/>
- [2] KAMADA T. *An algorithm for Drawing General Undirected Graphs*  
Information Processing Letters, 1988
- [3] MORENO A. *Repositorio de flujo en redes*, 2019  
<https://github.com/angisabel44>